



FLORA

ODER

ALLGEMEINE BOTANISCHE ZEITUNG.

FRÜHER HERAUSGEGEBEN

VON DER

KGL. BAYER. BOTANISCHEN GESELLSCHAFT IN REGENSBURG.

83. BAND. — JAHRGANG 1897.

HERAUSGEBER: Dr. K. GOEBEL

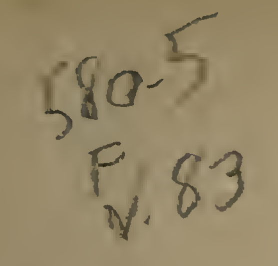
Professor der Botanik in München.

Mit IX Tafeln und 169 Textfiguren.

MARBURG.

N. G. ELWERT'SCHE VERLAGSBUCHHANDLUNG.

1897.



Inhaltsverzeichniss.

I. Abhandlungen.

II. Abbildungen.

A. Tafeln.

B. Textfiguren.

III. Litteratur.

IV. Eingegangene Litteratur:

Heft I (S. 1—76) erschien am 28. Oktober 1896, Heft II (S. 77—356) am 22. Februar 1897, Heft III (S. 357—492) am 5. Juni.

Ueber positiven und negativen Heliotropismus.

Von **Friedrich Oltmanns.**

Auf Grund einer grösseren Anzahl von Experimenten führte ich vor einigen Jahren den Nachweis,[1]) dass es sich bei den phototaktischen Bewegungen im Wesentlichen um das Aufsuchen einer optimalen Lichtintensität handle, dass also jede Volvoxkugel, jede Schwärmspore etc. jederzeit „positiv“ oder „negativ“ phototaktisch sei je nach der Intensität des auf sie wirkenden Lichtes. Ich dehnte diesen Nachweis dann weiter noch auf die heliotropischen Erscheinungen aus und konnte, nachdem schon Berthold[2]) an Derbesia und Callithamnion Aehnliches demonstrirt hatte, für Vaucheria und Phycomyces zeigen, dass auch hier eine optimale Helligkeit zu finden sei, bei welcher einseitig beleuchtete Sprosse resp. Fruchtträger keine heliotropische Bewegung ausführen; es gelang, an beiden Objecten je nach der Beleuchtung positive oder negative Krümmungen zu induciren.

Die Versuche mit Phycomyces konnten eventuell bemängelt werden und wenn ich auch auf Versuche von N. J. C. Müller hinwies, so waren doch meine eigenen Experimente mit höheren Pflanzen ganz unzureichend, weil mir damals Licht von hinreichender Intensität und Konstanz nicht zur Verfügung stand.

Mit Sonnenlicht zu arbeiten ist misslich, weil es bei uns immer nur relativ wenige Tage mit ganz wolkenlosem Himmel gibt, dagegen schien das Licht einer Bogenlampe von hinreichender Stärke zu den Versuchen sehr geeignet. Ich benutzte desshalb gern eine günstige Gelegenheit, um die Versuche mit Phycomyces und mit Kresse- resp. Graskeimlingen noch einmal wieder aufzunehmen.

Das physiologische Institut in Feiburg besitzt eine durch 4-pferdigen Gasmotor getriebene Dynamomaschine, welche wieder eine grosse Projectionslampe (natürlich Bogenlicht) speist. Diese ganze, vortreffliche Einrichtung stand mir durch die besondere Freundlichkeit des Herrn Prof. v. Kries längere Zeit zur Verfügung. Da während der ganzen Versuchsdauer immer nur die eine Lampe mit den Maschinen verbunden war, wurde bei einer Stromstärke von ca.

1) Ueber die photometrischen Bewegungen der Pflanzen. Flora 1892.

2) Berthold, Morphologie und Physiologie der Meeresalgen. Pringsh. Jahrb. Bd. XIII.

25 Ampère und einer Spannung von 68—70 Volt eine sehr constante Lichtintensität erzielt, welche 5300 Hefnerlampen[1]) entspricht.[2])

Die Versuchsanstellung war fast von selbst gegeben. Bekannt ist, dass die Projectionslampen, wie sie von Schuckert in Nürnberg u. a. geliefert werden, schräg stehende Kohlen besitzen; auf diese Weise ist es ein Leichtes, durch geeignete Regulirung der Kohlenspitzen einen völlig horizontalen Strahlenkegel zu erzielen.

Zur Absorbirung der Wärmestrahlen muss ein Wassergefäss eingeschaltet werden; und zwar verwandte ich parallelwandige Kühlgefässe von 4 resp. 6 cm Dicke, durch welche ständig Wasser in möglichst raschem Strom floss. Es ist nicht schwer, den Wasserstrom so zu reguliren, dass möglichst alle Wärme absorbirt, daneben aber ein Beschlagen der Glaswände vermieden wird. Das Kühlgefäss kann man nahe an die Lampe heranbringen und so erreichen, dass die vom Licht abgekehrte Glasfläche desselben 8 resp. 10 cm von den leuchtenden Kohlenspitzen entfernt ist.

Unmittelbar hinter der Glaswand werden dann die zu untersuchenden Objecte aufgestellt. Im günstigen Fall waren dieselben 10—11 cm von dem Lichtpunkt entfernt.

Die Temperatur betrug an dieser Stelle je nach der Versuchsanstellung 22—27 ^{0}, während im Zimmer und in 1 m Entfernung von der Lampe nur 18—20 ^{0} zu verzeichnen waren. Eine ganz vollständige Eliminirung der Wärmestrahlen konnte demnach nicht erreicht werden. Dass die genannten Temperaturen weder schädigend, noch anderweit störend (etwa durch thermotropische Processe) in den Gang der Versuche eingriffen, wird, denke ich, aus den später mitzutheilenden Einzelheiten hervorgehen. Ausserdem sei hervorgehoben, dass Wortmann thermotropische Bewegungen nur bei sehr erheblichen Temperaturdifferenzen erhielt.

Die Lampe stand in dem völlig verdunkelten Hörsaal des physiologischen Institutes; die zu untersuchenden Objecte wurden in den gewünschten Entfernungen von der Lampe auf langen Tischen aufgestellt, etwaige Reflexe von den Wänden wurden durch dunkle Schirme beseitigt.

---

1) Diese Zahl wurde ermittelt durch Vergleichung mit einem vorher photometrisch bestimmten Auerbrenner von 90 Hefnerlampen unter freundlicher Anleitung seitens meines Collegen Herrn Professor George Meyer.

2) $\frac{\text{Deutsche Vereinskerze}}{\text{Hefnerlampe}} = 1{,}162.$

Die Kohlen der Bogenlampe brennen 5 Stunden, die Versuche wurden etwa auf 10 Stunden ausgedehnt, demnach musste einmal im Verlauf derselben eine Unterbrechung zwecks Erneuerung der Kohlen stattfinden. Wesentliche Störung führte das Löschen der Lampe nicht herbei, da es nach kurzer Uebung gelang, in 1—2 Minuten neue Kohlen einzusetzen.

Wesentlich länger als 10 Stunden unausgesetzt zu experimentiren, war mit Rücksicht auf das vorhandene Wartepersonal nicht wohl möglich. Die meisten Versuche liefern auch innerhalb dieser Zeit ein durchaus präcises Resultat.

Einige der zu beschreibenden Versuche wurden von Herrn Dr. Ed. Gruber hier durchgeführt.

Phycomyces.

Der Pilz wurde auf Brodwürfeln von ca. 3 cm Seite in üblicher Weise zunächst unter Glasglocken cultivirt. Es ist bekannt, dass zunächst relativ zarte Fruchtträger auftreten, welchen Tags darauf derbere zu folgen pflegen. Wenn man diese reichlich vorhandenen dünneren Fruchtträger sämmtlich mit einem scharfen Scherenschnitt 1—2 cm über dem Brodwürfel kappt, wachsen binnen 12—24 Stunden die noch kürzeren, aber dickeren Fruchtträger soweit heran, dass sie die abgeschnittenen Stumpfe überragen. Sie bilden ein mehr oder weniger dichtes Büschel von gleichmässig gut wachsenden Fäden, die sich zum Experimentiren vortrefflich eignen. Die Phycomyces wurden meist gegen Abend gekappt, dann kamen sie in den gleich zu beschreibenden Glaskasten, und wurden mit diesem vor die Lampe gestellt, auch sonst wurde alles so hergerichtet, dass am nächsten Morgen der Versuch durch Entzünden der Lampe und Aufdrehen des Wasserhahnes für das Kühlgefäss ohne Weiteres in Gang gesetzt werden konnte.

Der Pilz war von Anfang an im Dunkeln erzogen und es blieb auch das Zimmer bis zum Beginn des Versuches finster.

Die oben beschriebene Behandlung des Phycomyces habe ich nach einigen Versuchen als die vortheilhafteste kennen gelernt. Nicht zweckmässig ist es, die Würfelculturen erst kurz vor Beginn des Versuches in den Experimentirkasten zu bringen, weil sie, wohl in Folge veränderter Feuchtigkeit, leicht leiden. Möglich ist es zwar, das Versuchsobject ohne jede Bedeckung zu verwenden, wenn die Luft im Zimmer nicht zu trocken ist; allein wesentlich besser ist die Benutzug eines Kastens, schon, weil durch das Hin- und Hergehen des Ex-

perimentators unvermeidliche Luftbewegungen sich event. den Objecten mittheilen.

Der verwendete Kasten hat eine Länge von etwa 1 m, eine Breite und Höhe von 25 cm, seine Vorder- und Seitenwände bestehen aus Glas. Die Brodwürfel stehen in demselben in 5—10 cm Entfernung von einander, natürlich so, dass sie sich nicht gegenseitig beschatten, was am leichtesten durch Aufstellung in schrägen Zeilen erreicht wird.

Da die Fruchtträger unseres Pilzes im Dunkeln erzogen sind, ist es selbstverständlich, dass sie alle annähernd vertical aufwärts standen; dichte Büschel divergiren ein wenig.

Die unter Einwirkung des Lichtes eintretenden Krümmungen sind zwar mit blossem Auge leicht sichtbar, immerhin wurde noch eine weitere Controlle ausgeübt, indem unter Verwendung von Ablesefernrohren einzelne Sporangien auf das Fadenkreuz eingestellt wurden. Da es mir nicht auf Bestimmung des Ablenkungswinkels ankam, ist dies ein einfaches Mittel, um sowohl das Wachsthum festzustellen, als auch Krümmungen zu beobachten, die sehr deutlich sichtbar werden, wenn Fadenkreuz und Object, die sich anfänglich deckten, nicht mehr coincidiren. Auch über die Stärke der Krümmung lässt sich ein Urtheil gewinnen, da die unteren, nicht mehr krümmungsfähigen Theile im Bilde ständig mit dem Fadenkreuz zusammenfallen.

Es wird zweckmässig sein, nunmehr über den Verlauf eines herausgegriffenen 10 stündigen Versuches an Phycomyces zu berichten.

In dem beschriebenen Glaskasten hatten 12 Brodwürfel Abends zuvor Platz gefunden, die Phycomyces-Fruchtträger besassen eine Länge von ca. 4 cm. Die Entfernung des ersten beträgt 20 cm, die des letzten 80 cm von dem leuchtenden Punkt.

Beginn des Versuches 8^h 15 Vormitt.

Zwischen 8^h 45 und 9^h werden die ersten Krümmungen sichtbar und zwar biegen sich die Sprosse bei 20—30 cm (ca. 100,000 H.-L.)[1]) Entfernung rückwärts, bei 75—80 cm (10—8000 H.-L.) vorwärts, die übrigen sind noch gerade.

9^h 15 haben sich die negativen Krümmungen vermehrt und verstärkt, auch bei 50—60 cm (25—15,000 H.-L.) treten solche in merklicher Menge auf, bei 60—70 cm (14—10,000 H.-L.) sind fast alle Fruchtträger gerade, bei 70—80 cm (10—8000 H.-L.) lassen sich neben geraden auch positive Krümmungen erkennen.

---

1) H.-L. bedeutet überall im Folgenden Hefnerlampe.

9 h 30. Bei 20—40 cm (125,000—30,000 H.-L.) Zahl der negativen Krümmungen vermehrt, doch haben sich manche Fruchtträger auch wieder etwas gestreckt; bei 40—55 cm (30—20,000 H.-L.) fast alles gerade (bei 40—45 cm noch eine Anzahl negativer Krümmungen); bei 55—65 cm (20—10,000 H.-L.) recht schwache positive Neigung; bei 65—80 cm (10—8000 H.-L.) ziemlich energische Vorwärtsbewegung.

10 h Ein auffallendes Bild: bei 20—35 cm (125—40,000 H.-L.) alles scharf negativ gekrümmt; 40—45 cm (ca. 30,000 H.-L.) schwach negative Krümmungen, manche Sprosse gerade; 45—60 cm (28,000—14,000 H.-L.) fast alles indifferent, gerade aufgerichtet; 60—70 cm (14,000—10,000 H.-L.) schwach positiv; 70—80 cm (10,000—8000 H.-L.) stärker positiv.

10 h 30. Im wesentlichen Dasselbe. Von 20—50 cm Entfernung ist alles negativ gekrümmt, so zwar, dass die dem Licht am nächsten stehenden schärfer, die entfernteren schwächer gebeugt erscheinen. Weiterhin (50—65 cm) ist die grosse Masse vertical aufgerichtet, vereinzelte Sprosse sind negativ oder positiv gekrümmt, und zwar bei 50 cm einige ab-, bei 65 cm einige dem Licht zugekehrt. Von 65 cm an sind alle dem Licht zugewendet und zwar um so mehr, je ferner sie demselben stehen.

11 h Die positiven sowohl als die negativen Krümmungen erscheinen zeitweilig weniger scharf, beginnen aber bereits wieder sich zu verstärken.

11 h 30. Die abwechselnd stärkere und schwächere Krümmung prägt sich in dem bajonnettähnlichen Aussehen vieler Fruchtträger aus.

12 h Die positiven und negativen Krümmungen sind weiter verstärkt, im Uebrigen nichts wesentlich neues.

Der Versuch wird jetzt noch bis 5 h Nachmittags fortgesetzt. Es lässt sich leicht verfolgen, dass die gekrümmten Fruchtträger bald die Biegung verstärken, bald wieder etwas ausgleichen. Doch nimmt die Energie dieser Bewegung mit der Zeit merklich ab. Schliesslich scheint sie ganz zu verschwinden.

Das am Schluss des Versuches sich bietende Bild entsprach vollauf den Erwartungen. Bei einer Entfernung von 50—60 cm (25,000—14,000 H.-L.) stehen die Fruchtträger vertical, eine Krümmung ist nicht vorhanden, jedes Büschel von Fruchtträgern hat noch die Form wie am Morgen beim Beginn des Versuches, d. h. die einzelnen Fruchtträger divergiren ein wenig, wie das auch an den im Dunkeln gezogenen Culturen der Fall ist. Die vorderen

Fruchtträger [20—50 cm Entfernung (125,000—25,000 H.-L.)] sind in ihrer oberen Hälfte vom Licht abgekehrt. Die ganzen Büschel nehmen etwa das Aussehen eines gekrümmten Besens an. Genau das Gleiche gilt für die bei 65—80 cm Entfernung stehenden Objecte (20,000—8000 H.-L.), nur mit dem Unterschiede, dass hier die Besen dem Licht zugewendet sind.

Eine genauere Betrachtung zeigt dann noch des Weiteren, dass die Abweichung der gekrümmten Fruchtträger von der Verticalen nicht überall die gleiche ist, sondern dass der Ablenkungswinkel[1]) um so grösser ist, je weiter wir uns von dem Punkt entfernen, an welchem die Krümmungen ausbleiben. Das trifft für die Vorwärts- und Rückwärtskrümmungen zu.

Wie bei allen heliotropischen Krümmungen, so beginnt auch hier die Beugung an der Spitze und schreitet nach der Basis zu fort. Die oberen, geneigten Enden sind also völlig gerade und es ist oft ungemein auffallend, wie die benachbarten Fruchtträger genau parallel zu einander stehen.

Während des angeführten Versuches wuchsen die Sporangienträger um mehrere Centimeter.

Die Temperatur betrug bei 20 cm Entfernung anfänglich 20—21°, bei 45 cm 16—17°, bei 80 cm 15°, sie stieg im Lauf des Versuches bei 20 cm auf 22—23°, bei 45 cm auf 18—19°, bei 80 cm auf 17—18°. Die Temperatur wurde an Thermometern mit berusster Kugel abgelesen.

Wie dieser genauer beschriebene Versuch, wurden noch eine Anzahl anderer ausgeführt, welche in allen wesentlichen Punkten das gleiche Resultat ergaben. Besonders lag auch bei allen in gleicher Weise vorbehandelten Culturen die indifferente Zone bei einer Entfernung von 50—60 cm, d. h. bei einer Lichtstärke von ca. 20,000 Hefnerlampen.

In einem Versuche waren die Pilze zeitweilig beleuchtet gewesen, demnach war die indifferente Zone etwas verschoben, sie fand sich bei 40—50 cm (ca. 28,000 H.-L.), was ungemein leicht aus einer veränderten Lichtstimmung verständlich ist.

Dass nur das Licht und nicht die Wärme alle die genannten Bewegungen auslöst, lässt sich noch leicht mit Hülfe einer schwach berussten Glasplatte demonstriren, welche man zwischen Kühlgefäss und Lampe bringt, nachdem der Versuch mehrere Stunden in Gang war. Die Temperatur an den Versuchsobjecten ändert sich dadurch

1) Vergl. Wiesner, Heliotropische Erscheinungen I, p. 176.

nur ganz minimal (ca. 1 ^{0}), während jetzt sämmtliche Sprosse sehr rasch scharfe positive Krümmungen ausführen.

Nun braucht man den Versuchskasten nicht immer in die gleiche Entfernung von der Lampe zu bringen. In einem Fall standen die ersten Brodwürfel bei 40 cm Entfernung. Es wird nicht Wunder nehmen, dass in diesem Fall negative Krümmungen kaum zu verzeichnen waren, dass die positiven Neigungen aber bei 80—100 cm Entfernung um so schärfer und energischer hervortraten.

Würde ich den Kasten weiter zurückschieben, so, dass die vordere Gruppe von Sporangienträgern bei 55 cm steht, so würden negative Krümmungen nicht mehr sichtbar sein, ich erhalte nur verticale Sprosse und positiv gekrümmte mit steigendem Ablenkungswinkel. Wollte ich weiter zurückgehen, so würde ich nur noch positive Krümmungen sehen, aber ich würde immer noch eine Differenz in den Ablenkungswinkeln wahrnehmen und eine verschiedene Energie der Reaction würde sich in dem früheren oder späteren Eintritt derselben zu erkennen geben.

Nach diesen Versuchen wird hoffentlich niemand mehr bezweifeln, dass meine früheren Angaben über Phycomyces richtig sind, dass diese Erscheinungen sich durchaus an die bei Vaucheria etc. beobachteten anschliessen und dass die damals gezogenen Schlüsse vollauf berechtigt waren. Für Vaucheria wie für Phycomyces gibt es demnach eine optimale Helligkeit, bei welcher die Sprosse trotz einseitiger Beleuchtung indifferent sind; die Ueberschreitung dieses Optimums nach oben oder nach unten ruft Krümmungen hervor, die um so energischer sind, je weiter die gebotene Lichtintensität vom Optimum entfernt ist.

Ich besprach oben die Vorbehandlung der Phycomyces-Fruchtträger und erwähnte, dass man sehr gleichmässige Büschel bekommt, wenn man rechtzeitig die ältesten und längsten Fruchtträger mit der Scheere kappt. Nur mit solchen Objecten erhält man leicht übersichtliche Resultate, und doch zeigen natürlich nicht alle fraglichen Organe genau das gleiche Verhalten. Was oben berichtet wurde, gilt immer von den in starker Streckung befindlichen Sporangienträgern, welche bereits grau gefärbte Sporangien aufweisen. Die jüngeren, deren Köpfe noch gelb sind, stehen quasi als Unterholz unter den oben genannten; sie reagiren gewöhnlich etwas anders. Bei derjenigen Lichtintensität, welche für mittelalte Fruchtträger Indifferentismus bedingt, pflegen die jüngeren Sprosse noch positive Bewegungen auszuführen und erst bei höherer Beleuchtungsstärke

(50—100,000 H.-L.) pflegt an diesen Krümmung auszubleiben. Umgekehrt sind die ältesten Sporangienträger auf geringere Lichtintensitäten gestimmt und reagiren in Folge dessen leichter negativ. Vereinzelt waren solche Sprosse in allen Versuchen anzutreffen, besonders reichlich waren sie natürlich vorhanden, wenn etwas ältere Culturen in Anwendung kamen, ja dann kann die Reaction der zu einem Büschel vereinigten Sprosse so verschieden sein, dass man sich im Anfang kaum zu orientiren vermag. Aus allem geht hervor, dass im Allgemeinen die Lichstimmung bei Phycomyces mit dem Alter sinkt, eine Erscheinung, die ja auch an anderen Objecten zur Beobachtung kommt, worüber später noch zu sprechen sein wird.

Aber nicht bloss durch das Alter sind Unterschiede in der Lichtstimmung gegeben, es werden Reactionsunterschiede an gleichalten Sprossen gelegentlich wahrgenommen. Kein Versuch ist so rein, dass nicht bei der grossen Anzahl der verwendeten Objecte ein kleiner Procentsatz der letzteren abweichend reagirt hätte. So können sich in der grossen Masse der in einem Versuch vertical bleibenden Sprosse eine Anzahl finden, die positiv, andere die negativ reagiren, ja unter der Masse der positiv gekrümmten pflegen einzelne negative und auch indifferente vorzukommen, u. s. w. Wir müssten es nicht mit Organismen zu thun haben, wenn solche Beobachtungen nicht gemacht würden, die natürlich an dem Gesammtresultat nichts ändern, wohl aber nicht ganz ohne Interesse sind mit Rücksicht auf das was später über höhere Pflanzen zu berichten sein wird.

Ich habe mehrfach betont, dass schon mit blossem Auge wahrzunehmen ist, wie sowohl die negativen als auch die positiven Krümmungen anfänglich ziemlich scharf sind, um später wieder schwächer zu werden. Stellt man einen Fruchtträger auf das Fadenkreuz der Fernrohre ein, so kann man die Erscheinung hier noch weit deutlicher verfolgen. Man sieht, dass die Knickungen bisweilen bis zu einem rechten Winkel betragen, und constatirt weiter, dass später der Bogen ganz bedeutend flacher wird, ja nicht selten kommt es vor, dass die Krümmung unter vorübergehender Annahme bajonettähnlicher Formen annähernd verschwindet, die Fruchtträger behalten nur eine schwache Neigung bei; nach einiger Zeit beginnt erneute Krümmung, welcher wieder eine Aufrichtung folgt, und so kann das Schauspiel in Zeiträumen von $^1/_2$—1 Stunde wechselnd sich mehrfach wiederholen. Mit der Zeit werden aber die Bewegungen resp. die Krümmungen schwächer, schliesslich werden sie nicht mehr bemerkt und der Spross erweist sich nun in seinem gesammten oberen Theil

gerade, nur weiter unten findet man — unzweifelhaft an der Grenze der wachsthumsfähigen Zone — eine mehr oder weniger starke Krümmung, die den geraden Obertheil in eine gegen das Licht mehr oder weniger geneigte Lage bringt. Sowohl bei den negativ als bei den positiv gekrümmten Fruchtträgern setzen die Krümmungen ziemlich nahe unterhalb des Sporangiums ein, um späterhin basalwärts vorzuschreiten. Die Processe verlaufen überall genau gleich und vor allem habe ich niemals bemerken können, dass die Krümmung bei den abgewendeten Exemplaren an anderer Stelle läge und entstände als an den zugewendeten.

Nicht zweifelhaft ist, dass die Art und Weise der Krümmung von Phycomyces mit derjenigen übereinstimmt, welche Rothert[1]) an Keimpflanzen von Phanerogamen wahrnahm, besonders der Bewegungsmodus, welcher sich bei Agrostemma Githago abspielt, hat ausserordentliche Aehnlichkeit mit den von mir beobachteten Vorgängen. Auch darin herrscht Uebereinstimmung, dass die Erscheinung auf dem Klinostaten ebenfalls wahrgenommen wird. Die verschiedenen Pflanzen differiren nur insofern, wie Rothert richtig angibt, als die Zahl der Oscillationen bei der einen Species grösser ist als bei der anderen. Sehr starke Oscillationen führen z. B. Fruchtstiele der Linaria Cymbalaria aus.

Sachs[2]) hat ähnliches bei geotropischen Krümmungen beschrieben und abgebildet. Rothert glaubt indess, dass in beiden Fällen nicht ohne Weiteres die gleichen Erscheinungen vorliegen. Darüber fehlt mir vorläufig das Urtheil.

Betrachtet man nun das oben reproducirte Protokoll etwas genauer, und namentlich auch eine Mehrzahl von Versuchen selber, so fällt eine Erscheinung auf, die ich bislang der Einfachheit halber verschwiegen habe.

Wir finden in unseren Versuchen bei rund 50 cm (25,000 H.-L.) Entfernung von der Lampe die indifferente Zone für Phycomyces durch vielstündige Beobachtung. Bei Beginn des Experimentes, etwa nach 1—2 stündigem Verlauf desselben, sieht man sehr häufig bei 50, 60, ja auch bei 70 und 80 cm Entfernung (ca. 10,000 H.-L.), besonders aber in der Nähe des Optimums, eine nicht geringe Anzahl von Fruchtträgern negativ gekrümmt. Diese anfänglich negative Krümmung wird später völlig ausgeglichen, ja sie schlägt bei 60—80 cm in eine

1) W. Rothert, Ueber Heliotropismus. — Cohn, Beiträge Bd. 7, p. 30.

2) Vorlesungen über Pflanzenphysiologie, I. Aufl. p. 839. Arbeiten des bot. Instituts Würzburg. Bd. III, p. 552 und Tafeln.

dauernd positive Bewegung um. Das lässt sich mit dem Ablesefernrohr leicht nachweisen.

Besonders auffallend trat diese Erscheinung mehrfach ein bei Exemplaren, welche für einen 10stündigen Versuch Verwendung gefunden hatten und nun am nächsten Tage, nachdem sie inzwischen etwa 15 Stunden verdunkelt gewesen waren, noch einmal beleuchtet wurden. Die Fruchtträger machten anfänglich starke negative Krümmungen, dann aber wurden dieselben bald ausgeglichen und in relativ kurzer Zeit setzten positive Bewegungen ein, die nun mit viel grösserer Energie dauernd anhielten, als am Tage zuvor und auch schärfere Krümmungen herbeiführten. Dass diese letzteren durch die vorausgehende intensive Beleuchtug bedingt waren, d. h. dass in Folge gesteigerter Lichtstimmung die Bewegungen energischer ausfielen, ist einigermaassen klar.

Bemerkt sei noch, dass diese anfänglichen Rückwärtsbewegungen recht reichlich auftraten und auch länger andauerten bei den Lichtintensitäten, die den optimalen nahe lagen. Hier konnte auch mehrfach ein wiederholtes Ueberschlagen aus der positiven in die negative Bewegung und umgekehrt wahrgenommen werden.

Die temporär negativen Krümmungen schienen mir noch weiterer Untersuchung bedürftig und diese liess sich relativ leicht durchführen, da dieselben auch von dem Auerbrenner beobachtet werden können, wenn man nämlich Dunkelculturen mit relativ alten und langen Fruchtträgern anwendet.

Die Versuchsanstellung war im Wesentlichen der früheren entsprechend, nur wurde nicht im Dunkelzimmer operirt, sondern in folgender Weise: ein innen geschwärzter Holzkasten von etwa 1 m Länge und 30 × 30 cm Höhe und Tiefe erhielt an einer Frontseite einen kreisrunden Ausschnitt von 25 cm Durchmesser. Diese Oeffnung wurde geschlossen durch das von Wasser durchströmte Kühlgefäss; vor demselben stand die Lampe, ohne Kuppel oder sonstige Bedeckung. Eine Längswand des Kastens bestand aus schwarzem undurchsichtigem Tuch mit einigen Schlitzen zur Aufnahme des Tubus eines horizontalen Mikroskopes. Wenn man hinreichend Tuch anwendet, ist es nicht schwer den Tubus lichtdicht einzusetzen. Die Phycomyces-Fruchtträger stehen natürlich im Kasten in der gewünschten Entfernung von der Lampe. Das Mikroskop wird auf einen Fruchtträger eingestellt, und nun kann man mit Hilfe eines in das Ocular eingelegten Netzmikrometers alle Bewegungen des Phycomyces leicht verfolgen, besonders wenn man in bestimmten Zeit-



abschnitten (alle 5—30 Minuten, je nach Bedarf) die Lage des Sporangiums und des Trägers auf Millimeterpapier einträgt.

Die Helligkeit der beiden nacheinander angewandten Auerbrenner konnte nicht bestimmt werden, da beide vorzeitig verunglückten. Doch dürfte sich dieselbe auf ca. 90 Hefnerlampen belaufen haben, eine Zahl, die durch Messung eines anderen Exemplars erhalten wurde, das gleich gut functionirte wie die beiden ersten. (Die früheren Versuche zeigen, dass es auf eine Handvoll Lichteinheiten nicht ankommt.)

In diesen Versuchen wich die Temperatur hinter dem Kühlgefäss von der Zimmerwärme nicht ab.

Werden in den beschriebenen Apparat Phycomycesculturen eingeführt, welche am Fenster des Zimmers zwecks Vermeidung vorgängiger Krümmungen auf dem Klinostaten erzogen waren, so beginnt auch bei 12—14 cm Entfernung von der Auerlampe (6000—4500 H.-L.) sofort oder nach wenigen Minuten eine energische positive Krümmung, die dauernd anhält. Aehnliches erfolgt, wenn man junge Fruchtträger von 3—4 cm Länge verwendet, welche im Dunklen erwachsen waren. Doch pflegt hier die positive Bewegung nicht sofort einzusetzen, sondern man beobachtet häufig, dass die Fruchtträger einige Zeit (bis zu 15 oder 20 Minuten) vertical aufwärts wachsen, ehe sie die Bewegung gegen das Licht ausführen.

Noch ältere Sporangienträger, die im Dunkeln eine Länge von 8—10 cm erreicht haben, zeigen bei 12—14 cm Entfernung von der Lampe zunächst eine negative Krümmung, welche in der Regel sofort bei Beginn des Versuches oder höchstens nach 10 Minuten bemerkbar wird und nun mit mehr oder weniger grosser Energie $^1/_4$—2 Stunden andauert. Nach Ablauf dieser Zeit beginnt eine Aufrichtung und darauf folgt positive Bewegung, die nun anhält und nicht selten zu ansehnlichen Krümmungen führt; häufig aber hat es auch mit schwachen positiven Neigungen sein Bewenden. In einigen Fällen folgt der Aufrichtung zunächst noch eine zweite negative Krümmung, darauf erneute Aufrichtung und dann die positive Bewegung; einmal wurde auch hier Pendeln zwischen positiver und negativer Lage wahrgenommen.

Die Ausschläge nach rückwärts unterbleiben bei den langen, älteren Sprossen in weiteren Entfernungen von der Lampe; bei 80—100 cm (140—90 H.-L.) wurde stets eine sofortige positive Krümmung constatirt.

Ganz unverkennbar ist, dass die hier vor der Auerlampe verfolgten Bewegungen die gleichen sind, wie diejenigen, welche früher

bei einer Helligkeit von 25,000—10,000 H.-L. vor der elektrischen Lampe beobachtet wurden. Ihr Auftreten bei verschiedenen Intensitätsgraden erklärt sich zwanglos aus dem sehr verschiedenen Alter der angewandten Fruchtträger.

Zunächst würde man vielleicht glauben, man habe es mit spontanen Nutationen zu thun, die sich bemerkbar machen, ehe die eigentliche Reizbewegung einsetzt (also während der latenten Reizung). Aber das constante Auftreten derselben bei höheren Intensitäten, das ebenso constante Fehlen bei niederen zeigt, dass derartiges nicht vorliegt. Vielmehr hängt das Ganze offenbar zusammen mit dem Beleuchtungswechsel, welchem die Versuchsobjecte unterworfen sind. Durch den dauernden Aufenthalt im Finstern wird die Lichtstimmung herabgedrückt und dieser niedrigen Stimmung entspricht die anfänglich bemerkbare Reaction. Es ist aber eine bekannte Thatsache, dass durch Belichtung die Lichtstimmung gesteigert wird; und wenn das Experiment eine Zeit lang andauert, so muss die Steigerung unter allen Umständen eine veränderte Reaction der Pflanze gegen die einseitig wirkende Lichtquelle bedingen. Demnach muss sich die Krümmung nach längerer Belichtung bei denjenigen Fruchtträgern von Phycomyces verstärken, die bei einer gegebenen Lichtstärke von Anfang an positive Bewegungen ausführten. Andere Sprosse, welche bei hohen Intensitäten sofort negativ reagirten, müssen diese Ausschläge unter den aufgeführten Bedingungen abschwächen; die anfangs scharfe Krümmung muss einer schwächeren Platz machen und wenn sich die Pflanze in der Nähe der optimalen Lichtstärke befindet, so kann selbstverständlich die veränderte Lichtstimmung bedingen, dass die ursprünglich negative Krümmung völlig ausgeglichen wird oder gar in die positive umschlägt.

So ist offenbar der Verlauf der Dinge an den Culturen, die vor der Bogenlampe verwandt wurden, und nicht anders zu erklären sind sicher auch die vor der Auerlampe wahrgenommenen Erscheinungen. Auch hier handelt es sich um eine Umstimmung in Folge der Belichtung, die allerdings oft ziemlich rasch verläuft. Dieser rasche Verlauf springt aber besonders in die Augen an Culturen, welche vorher schon mehrfach wechselnd verdunkelt und beleuchtet waren.

Wiesner hat von positiv und negativ heliotropischen Elementen in den verschiedenen Organen gesprochen. Wenn ich nun auch nicht glaube, dass man das auf einzelne Zellen oder Zellcomplexe beziehen darf, so könnte man doch event. von positiven und negativen

Tendenzen reden, von denen jeweils eine in Abhängigkeit von der Aussenwelt die Oberhand gewinnt. Begreiflich wäre dann, dass in Pflanzen, welche zeitweilig verdunkelt waren, in dem Moment, wo sie einseitig beleuchtet werden, zunächst die Neigung besteht, das Licht zu fliehen, dass aber die umgekehrte Tendenz um so rascher zur Geltung kommt, je länger schon früher einmal die Belichtung gedauert hatte.

Solche Erwägungen würden auch ohne Weiteres die Thatsache begreiflich erscheinen lassen, dass anfänglich nicht selten ein wiederholtes Beugen nach der positiven und negativen Seite einsetzt, das erst nach längerer Zeit aufhört.

Mag man nun über diesen Antagonismus positiver und negativer Tendenzen und über den vielleicht nicht ganz glücklich gewählten Ausdruck denken wie man will, so viel scheint klar, dass die besprochenen Erscheinungen auf veränderte Lichtstimmung müssen zurückgeführt werden. — Man könnte ja event. auch an die Schreckbewegungen denken, die Engelmann an Bacterien wahrnahm; allein abgesehen davon, dass diese Organismen vor der Dunkelheit zurückschrecken, scheint mir doch auch manches andere nicht auf diesen Fall zu passen.

Schon Sachs' und Rothert's oben citirte Angaben zeigen, dass die fraglichen Reizkrümmungen keine so einfachen sind, und unsere Versuche documentiren das aufs neue. Die endliche Stellung, die fixe Lichtlage, welche die Objecte nach vielstündigem Versuch annehmen, ist die Resultante verschiedenster Kräfte, und darin spielt eine erhebliche Rolle die Lichtstimmung, welche den Pflanzen theils während des Versuchs aufgeprägt wird, theils durch Vorleben und Constitution bedingt ist. Wenn diese verschiedenen Tendenzen sich in ein bestimmtes Verhältniss gesetzt haben, erst dann ist auch die Lage des betreffenden Pflanzentheils eine constante.

Wie ich schon in der früheren Arbeit hervorhob, ist die Endstellung unabhängig von Geotropismus etc. (das zeigen auch wieder die Versuche Czapek's[1]) an Phycomyces), so lange eine merkliche Lichtreizung vorhanden ist; dagegen ist wohl die Verticalstellung der fraglichen Organe im Optimum der Beleuchtung dem Geotropismus zuzuschreiben. Wie schon einmal betont, müssen bei fehlender Lichtreizung andere Reizwirkungen und event. autonome Bewegungen zum Ausdruck kommen, die sonst event. verdeckt werden.

---

1) Ueber Zusammenwirken von Heliotropismus und Geotropismus. Sitzungsberichte der Wiener Acad. d. W. Bd. CIV, 1895.

Orthotrope Phanerogamen.

An die Phycomyces-Versuche schlossen sich naturgemäss andere mit Sprossen von Phanerogamen an. Ich wählte Keimpflanzen von Gerste und Kresse, die meist im etiolirten Zustand verwendet wurden. Solche Pflanzen reagiren, worauf schon Wiesner hinwies,[1]) anders als vorher dauernd beleuchtete und es ist klar, dass hier wieder verminderte Lichtstimmung im Spiel ist.[2]) Nach den Erfahrungen an Phycomyces wird man aber auch hier erwarten dürfen, dass die niedrige Stimmung nicht dauernd in längeren Experimenten beibehalten wird, ohne dass die Versuchsobjekte damit sofort die Stimmung von Pflanzen zeigen müssten, die von Anfang an in hellem Tageslicht erzogen waren. Unsere Versuche werden uns darüber des Näheren belehren.

Die verschiedene Reactionsfähigkeit grüner und etiolirter Gerstenkeimlinge lässt sich leicht demonstriren, wenn man beide in grösserer Zahl vor einem Südfenster im Sonnenlicht aufstellt; man sieht dann an den Normalpflanzen nach einigen Stunden ziemlich starke positive Krümmungen auftreten, während die etiolirten nach längerer Zeit erst ganz geringe Abweichungen von der Verticalen zeigen. Die Bewegungen wurden auch späterhin nur wenig vergrössert. Analog verhalten sich die Keimlinge, wenn man sie in kleinen Thongefässen erzieht, und diese auf verticaler Scheibe des Klinostaten so befestigt, dass normale und etiolirte Sämlinge radiär gestellt miteinander abwechseln, und wenn man dann das Ganze so gegen möglichst helles Licht richtet, dass die Pflänzchen einseitig beleuchtet werden. Auch dann verspäten sich die etiolirten Keimpflanzen mit ihren Krümmungen um Stunden gegen die normalen.

Kommt statt des Sonnenlichtes die Bogenlampe sammt Kühlgefäss in der oben geschilderten Weise in Anwendung, und werden normale und etiolirte Pflanzen neben einander auf der verticalen Scheibe des Klinostaten gedreht, so tritt im Wesentlichen wieder die nämliche Erscheinung ein. Auch hier krümmen sich die etiolirten Pflanzen nur recht wenig, manche überhaupt nicht merkbar. Lehrreich in dieser Beziehung war ein Versuch, in welchem Gerstenkeimlinge in etwa 10 cm Entfernung von dem leuchtenden Punkt auf dem Klinostaten gedreht wurden. Nach 5 stündiger Versuchsdauer bei 27—30° weisen die in 8 Thongefässen cultivirten 16 Keimpflanzen

1) Wiesner, Heliotropische Erscheinungen II, p. 8.

2) Vergl. auch Oltmanns, l. c. p. 231.

keine erheblichen Krümmungen auf, einige sind völlig gerade geblieben, andere sind an der Basis schwach rückwärts, andere schwach vorwärts gekrümmt. Die Pflanzen sind sicher nicht geschädigt, denn nach 4 Stunden traten bei einigen die Blätter aus den Scheiden hervor, bei den andern geschah das etwas später (in der 5. Stunde).

Auf Grund der so gewonnenen Erfahrungen wurde dann der Klinostat zunächst bei Seite gelassen und Keimpflanzen der Gerste in verschiedener Entfernung vom Licht aufgestellt. Gewöhnlich wurden auch in diesen Versuchen grüne und etiolirte Pflänzchen nebeneinander beobachtet. Dieselben waren stets in kleinen Thoncylindern erzogen. Es wurden Reihen bis zu 2 oder mehr Meter Länge hergerichtet, die Pflanzen standen in etwa 20 cm Entfernung von einander. Immmer wurden aus einem Satz von Keimlingen solche herausgesucht, die in gleicher Zeit annähernd gleiche Grösse erreicht hatten. Die grünen Pflanzen waren an einem hellen Südfenster, vielfach von der Sonne beschienen, aufgewachsen. 24 Stunden vor Beginn des Versuches kamen sie auf den Klinostaten, um etwaige Lichtkrümmungen auszugleichen.

In einem solchen Versuch standen grüne und etiolirte Keimlinge neben einander in verschiedenen Entfernungen von der Lampe.

Der Versuch beginnt um 9^h 15 Vormittags.

9^h 45. Die grünen Pflänzchen in 250 und 230 cm Entfernung zeigen die ersten Zeichen der Bewegung.

10^h Desgl. die in 190 und 210 cm Entfernung. 230 und 250 cm stärker gekrümmt.

10^h 30. 210 und 190 deutlich gekrümmt. 170 und 150 beginnen die Bewegung, bei 70—130 cm scheinen einige sich zu rühren.

10^h 45. Alle grünen Keimlinge von 20—250 cm deutlich gekrümmt, bei den der Lampe nächsten die Krümmung zum Theil angedeutet.

Von den Etiolirten scheinen die bei 210 cm die Beugung zu beginnen.

11^h Die Krümmung aller normalen Pflanzen schreitet vor; die etiolirten sind erst in Entfernung von 180—250 cm gekrümmt und zwar vorläufig noch sehr schwach.

Von jetzt ab lässt sich an den etiolirten ebenso wie vorher an den grünen Pflanzen verfolgen, wie im Verlauf von etwa einer Stunde überall die Bewegung einsetzt, natürlich von den entfernteren gegen das Licht hin vorschreitend. Die in 10 cm Entfernung (bei 500,000

H.-L.) stehenden etiolirten Pflanzen sind auch nach 10 Stunden kaum verändert, sie führen nur schwache Bewegungen aus, wie gleich noch zu besprechen sein werden, während die grünen sich auch bei 10 cm Entfernung ziemlich stark positiv gekrümmt haben. Bei Beendigung des Versuches fällt die verschiedene Neigung der Versuchspflanzen gegen die Lichtquelle auf, besonders an den etiolirten Exemplaren, und es ist sehr lehrreich, dieselben in eine Reihe neben einander zu stellen, und nun von der Seite her zu betrachten. Da kann man die eben genannte Erscheinung mit grosser Leichtigkeit wahrnehmen und sich event. durch den Senkel überzeugen, dass die Ablenkung der stärkst beleuchteten Sprosse eine ganz geringe, ja häufig sogar überhaupt nicht nachweisbar ist.

Versuche mit gleichem Erfolg wurden mehrfach wiederholt. Die Temperatur betrug während des ganzen Versuches bei 10 cm Entfernung 24—25^{0}, bei 50 cm etwa 19^{0} und weiterhin 18^{0}, d. h. die Temperatur des Zimmers.

Das Gesagte gibt in groben Zügen das Resultat der Versuche wieder; im Einzelnen ist noch hervorzuheben, dass die Krümmungen den Verlauf nehmen, wie ihn Rothert[1]) beschrieben hat; die Oscillationen gaben genau die Bilder wieder, welche der genannte Beobachter zeichnete, nur die Energie dieser Oscillationen war merklich verschieden bei verschiedener Lichtintensität. Die Rothert-schen Bewegungen sind am besten sichtbar bei 1—3 Meter Entfernung von der Lampe; hier sind erhebliche Ausschläge zu verzeichnen, nähern wir uns dagegen auf 50 cm und mehr, so werden die Ausschläge geringer, die Zeit, welche vergeht bis die Ruhelage eingenommen wird, ist grösser. Noch näher, bei 15—20 cm Entfernung, würde man die Oscillationen wohl kaum mit unbewaffnetem Auge wahrnehmen, wenn man sie nicht von den stärkeren Bewegungen anderer Exemplare her kennte. Wenn überhaupt in 10—15 cm Entfernung eine Reaction eintritt, so ist gewöhnlich an der Spitze solcher Objecte nur eine ganz schwache Biegung zu verzeichnen, welche sich späterhin ausgleicht, indem die Krümmung in bekannter Weise allmählich mehr nach der Basis verlegt wird, während die oberen Theile gerade werden. Wie schon betont, ist die Ablenkung von der Verticalen in diesen Fällen nur eine äusserst geringe.

Ich habe bislang nur von den Keimpflanzen geredet, die bei 10—15 cm (500,000—300,000 H.-L.) Entfernung gerade bleiben oder

1) l. c. p. 32.

ganz schwache positive Krümmungen ausführen; ich muss aber betonen, dass auch gar nicht selten negative Bewegungen zur Beobachtung kamen. Dieselben waren meistens schwache, wie vorauszusehen war, verliefen aber immer genau so wie die schwach positiven, welche bei denselben Intensitätsgraden wahrgenommen wurden.

Solche negative Ausschläge gehen nach 5—6 Stunden gewöhnlich in positive über. Es konnte aber stets wahrgenommen werden, dass die negative Bewegung bis zu Ende durchgeführt wurde; dann setzte die positive wieder an der Spitze ein und durchlief vorschriftsmässig das Blatt bis zur Grenze der wachsthumsfähigen Zone. Die positive Beugung war in allen diesen Fällen eine äusserst geringe. Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass hier die nämlichen Erscheinungen vorliegen, welche wir bereits bei Phycomyces kennen lernten. Auch dort sahen wir ja den Umschlag mit Vorliebe auftreten, wenn die Versuchsobjecte sich nahe der optimalen Lichtintensität befanden.

Dass die etiolirten Pflänzchen sich bei 10 cm Entfernung (500,000 H.-L.) aber wirklich in einer Beleuchtung befanden, die trotz ihrer Einseitigkeit keine Reizbewegungen auslöst, geht noch weiter aus der Thatsache hervor, dass etwas schräg geneigte Pflanzen, die ja leicht in jeder Cultur zu finden sind, sich in kurzer Zeit vertical aufrichten, sei es, dass die Spitze vorher vom Licht weg oder gegen dasselbe hin zeigte.

Einzelne Exemplare wurden jedesmal auch hier mit Fernrohr oder Horizontalmikroskop eingestellt, und auf diesem Wege wurden nicht bloss die Bewegungen genauer controllirt, sondern auch noch besonders festgestellt, dass immer, auch dann wenn keine Richtungsbewegung stattfand, die Pflanzen in die Länge wuchsen. Allerdings ist das Längenwachsthum der Scheide gering, es wird offenbar durch die Beleuchtung verzögert und in Zusammenhang damit steht es, dass nicht selten während des Versuches das erste Blatt die Scheide durchbrach. Solche Exemplare wurden kaum berücksichtigt, das oben Gesagte gilt für Keimlinge, deren Scheide bei Beendigung des Versuches noch geschlossen war. Immerhin zeigen auch Pflänzchen mit vorgetretenem Blatt eine Reaction, wenn sie stärker gereizt werden; nur bei schwächerer Reizung im intensiven Licht pflegt die Krümmung leichter auszubleiben, als an „nicht durchbrochenen" Exemplaren. Natürlich hängt das nicht mit veränderter Lichtstimmung zusammen, sondern hat bekannte Ursachen in der Wachsthumsweise von Scheide und Blatt.

Mit etiolirten Kressekeimlingen wurden wenigstens zwei Versuche ausgeführt, die im Wesentlichen dasselbe Resultat lieferten. Selbstverständlich begann auch bei diesen Versuchsobjekten die Reaction in 250 cm Entfernung und schritt dann gegen die Lichtquelle langsam vor. In 12 und 20 cm Entfernung vom Licht waren positive Bewegungen im Anfang der Versuche überhaupt nicht wahrzunehmen, dagegen traten negative Krümmungen, die nach bekanntem Schema verliefen und eine schwache Ablenkung fast des ganzen hypocotylen Gliedes herbeiführten, etwas reichlicher auf als bei der Gerste. Berücksichtigt wurden in erster Linie solche Pflänzchen, welche von einer Flanke her beleuchtet waren.[1])

Die Processe sind hier ein wenig complicirter, weil die Cotyledonen natürlich ebenfalls Bewegungen ausführen. Lässt man das Licht auf eine Flanke fallen, so kann man leicht beobachten wie zunächst die beiden Cotyledonen durch Krümmung ihrer Stiele sich gegen das Licht neigen und wie dann die Bewegung sich auf das Hypocotyl fortpflanzt. Ist die Reizung bei grosser Lichtintensität eine schwache, so vermisst man das Uebergreifen der Krümmung auf das Hypocotyl und bei ganz fehlender Reaction bewegen sich auch die Cotyledonen nicht. Schon bei 20 cm Entfernung von der Lampe (125,000 H.-L.) pflegt (nach 10stündiger Versuchsdauer) eine Krümmung des hypocotylen Gliedes nicht mehr zu erfolgen, wenigstens nicht im positiven Sinne.

Die Cotyledonen ergrünen während des Versuches, ein Beweis, dass die verwendeten Pflanzen lebenskräftig waren, ganz abgesehen davon, dass man direct im Fernrohr etc. das Wachsthum nachweisen kann.

Beobachtungen mit dem Fernrohr bestätigen das Gesagte, sie zeigten in manchen Fällen noch schwache Bewegungen der Blätter an, auch konnte hier nicht selten, wie früher bei Hordeum, nach mehrstündiger Belichtung ein Ueberklappen der negativen in die schwach positive Bewegung nachgewiesen werden.

Zwar ist nach den Daten, welche oben mehrfach bezüglich der Temperatur gegeben wurden, kaum daran zu denken, dass die Wärme irgendwie erheblich auf die Richtung der Krümmungen eingewirkt haben könnte, schon deswegen nicht, weil sie dann wohl grüne und etiolirte Pflanzen gleichmässig beeinflusst haben würde; immerhin wurde noch folgender Versuch gemacht.

---

1) cf. Wiesner l. c.

In dem einen der beiden Kresseversuche betrug die Temperatur bei 12 cm 25°, bei 20 cm 20° und bei 40—200 cm 18°. Der Versuch begann um 9 Uhr 30 Min., und die oben geschilderten Processe spielten sich in regelrechter Weise ab. Bei 12 cm Entfernung waren keine oder ganze geringe positive Bewegungen bis 5 Uhr Nachmittags zu verzeichnen. Jetzt wurde der Gasmotor auf „halbe Kraft“ gestellt, statt 23—24 Ampère waren jetzt nur noch 12—13 zu verzeichnen. Nach ungefährer Berechnung sinkt damit die Lichtstärke von 5000 auf reichlich 2000 Hefnerkerzen. Die Temperatur fiel langsam von 25° auf 20° bei 12 cm Entfernung, von 20° auf ca. 18° bei den grösseren Distancen. Schon nach ³/₄—1 Stunde waren überall, auch bei 12 cm Entfernung, sehr energische positive Bewegungen zu erkennen, die auch weiterhin sich energisch vergrösserten.

Es lag nun nahe, die Experimente noch weiter auszudehnen und den Versuch zu machen, ob es gelingen möchte, positive und exacte Angaben zu gewinnen über die Zeit, welche bei verschiedenen Lichtintensitäten vergeht, bis die Folgen einer Lichtreizung sichtbar werden. Wiesner hat bereits in dieser Richtung einige Angaben gemacht, die nachher besprochen werden sollen.

Wir operirten mit Gerste, Kresse etc. vor der Auerlampe und beobachteten mit dem Horizontalmikroskop. Zwar ergab sich auch hier natürlich das schon aus den Massenversuchen bei elektrischem Licht mit Leichtigkeit abzuleitende Resultat, dass die Krümmung um so rascher eintritt, je schwächer die Beleuchtung, um so langsamer, je intensiver das Licht (ich sehe von ganz geringen Lichtstärken ab), aber es gelang nicht, dafür wirklich brauchbare Zahlen zu gewinnen, weil spontane Nutationen störend eingreifen. Diese zu beseitigen resp. zu eliminiren war nicht möglich. Noch bei relativ geringen Intensitäten zeigte das Mikroskop zuweilen rückläufige Bewegungen an, die aber leicht als spontane erkannt werden konnten.

Diese Nutationen sind bald stärker, bald schwächer, zuweilen so ansehnlich, dass man glauben möchte, eine heliotropische Krümmung vor sich zu haben. Indess nehmen die Nutationen einen etwas anderen Verlauf.

Wie bekannt, hat Wiesner[1]) den Satz aufgestellt und durch Experimente zu begründen versucht, dass die Energie der heliotropischen Krümmung zunimmt mit sinkender Lichtstärke — bis zu einem bestimmten Punkt, von wo an das Umgekehrte statt hat.

1) l. c. I, p. 173 ff.

Ich habe schon früher nicht an der Richtigheit dieses Satzes gezweifelt, und meine oben angeführten Versuche bestätigen denselben vollauf. Ich habe auch früher schon darauf hingewiesen, dass der Wiesner'sche Satz nach meiner Auffassung nur einen Theil der heliotropischen Erscheinungen kennzeichnet, sich aber im Uebrigen wohl einfügt in das allgemeine Schema, das ich für diese Vorgänge aufstellte.

Ich hatte damals Wiesner's Angaben nicht genügend nachgeprüft, meine jetzigen Versuche zeigen aber, dass seine Experimente als solche nicht ganz einwandsfrei sind. Wiesner experimentirte mit Gasflammen von 6,5 Wallrathkerzen Leuchtkraft, diesen wurden die Objecte auf 5—10 cm, ja bisweilen auf 2,5 cm genähert und, um ungleichmässige Erwärmung zu vermeiden, hinter diesen nichtleuchtende Bunsenbrenner aufgestellt. Wassergefässe etc. zur Abhaltung der strahlenden Wärme wurden nicht verwandt. Wiesner fand auf diesem Wege vielfach ein völliges Sistiren des Wachsthums in unmittelbarer Nähe der Flamme (2,5—5,0 cm), mehrfach auch ein Wachsthum ohne merkliche heliotropische Reaction. Diese begann meistens bei 6—7 cm Entfernung von der Flamme und Wiesner bestimmt daraus die „obere Grenze der heliotropischen Empfindlichkeit“ (nach meiner Ausdrucksweise das Optimum, bei welcher die heliotropische Reaction ausbleibt) zu 204 Lichteinheiten bei Vicia sativa, zu 816 bei Lepidium sativum. Diese Lichteinheiten würden auf Grund der Wiesner'schen Bestimmungen 1326 Wallrathkerzen im ersten, ca. 5000 im zweiten Fall entsprechen. In meinen Versuchen fand ich für Hordeum das Optimum bei 500,000 Hefnerlichten,[1]) für Lepidium bei etwa 400,000 Hefnerlampen. Vielleicht muss aber dasselbe noch etwas höher angenommen werden. Hier sind ganz bedeutende Differenzen zwischen meinen und Wiesner's Beobachtungen, die natürlich einer Erklärung bedürfen.

Ich betonte schon oben, dass wir in allen Fällen, auch dann, wenn die Keimpflanzen sich bei etwa 10 cm Entfernung von der Lampe nicht krümmten, Wachsthum unschwer nachweisen konnten; Wiesner gelang das nicht und es ist wohl kaum zweifelhaft, dass seine Versuchspflanzen in Folge der grossen Annäherung an die

---

1) Wiesner hat wohl mit „Wallrathkerze“ die englische Spermaceti-Normalkerze von 43 mm Flammenhöhe gemeint, diese ist mit dem Hefnerlicht gleichwerthig. $\frac{\text{Deutsche Vereinskerze}}{\text{Hefnerlampe}} = 1{,}162$. Auch wenn diese gemeint ist, wäre eine grosse Differenz zwischen unseren Beobachtungen vorhanden.

Flamme geschädigt waren. In anderen Fällen fand zwar Wachsthum, aber keine Reaction statt. Diese Fälle sind vertrauenerweckender, allein auch hier kann sehr wohl die Pflanze soweit alterirt gewesen sein, dass eine Reaction auf das Licht trotz des Wachsthums nicht mehr erfolgte. Ich habe mehrfach solche Erscheinungen beobachtet; z. B. braucht man nur bei den Phycomyces-Culturen den Deckel des Kastens abzuheben, dann bleiben nicht selten die Reactionen aus, obgleich die Fruchtträger wachsen. Schliesst man den Deckel, so beginnt event. die Reaction nach einiger Zeit wieder sich bemerkbar zu machen. Es liegt nahe, die Erscheinung mit dem veränderten Feuchtigkeitsgehalt der umgebenden Luft in Zusammenhang zu bringen, und es ist höchst wahrscheinlich, dass in allen Versuchen Wiesner's unter Einfluss der strahlenden Wärme der Wassergehalt der umgehenden Atmosphäre erheblich gesunken ist und so die Pflanzen geschädigt waren. Das kann vor sich gehen, auch wenn äusserlich davon nichts sichtbar ist. Ich kann danach auch den Erörterungen Wiesner's über Sistirung des Längenwachsthums durch intensives Licht nicht zustimmen, soweit sie sich auf Versuche mit Gaslicht beziehen. In einem anderen Capitel zeigt er selbst, dass im directen Sonnenlicht noch Wachsthum nachweisbar ist. Wenn trotz der meiner Meinung nach in Wiesner's Versuchen vorhandenen Fehler der von ihm aufgestellte Satz richtig ist, so hat das seinen Grund darin, dass bei etwas grösserer Entfernung vom Gasbrenner die Wärmestrahlen nicht mehr in dem Maasse störend eingriffen, wie bei den sehr nahe an der Flamme stehenden Objecten.

Nach allen voraufgegangenen Erörterungen ist nun wohl kein Zweifet mehr, dass alles das, was ich in meiner früheren Publication über diese Dinge sagte, im Wesentlichen zutrifft. Ueber Phycomyces ist kein Wort mehr zu verlieren, und es ist auch wohl kein Zweifel mehr, dass die etiolirten Kressekeimlinge dem entsprechen, was wir bei jenem Pilz einschliesslich der Umstimmung gesehen haben, mit dem einzigen Unterschiede, dass die optimale Lichtstärke höher gelegen ist; sie liegt für Kresse etwa in 10—12 cm von der elektrischen Lampe, also bei 400,000—500,000 Hefnerlampen, für Hordeumkeimlinge vielleicht noch etwas höher, also nach annähernder Schätzung bei 5—600,000 Lichteinheiten. Ständen uns grössere Lichtstärken zur Verfügung, so würden wir auch bei den genannten Pflanzen gewiss negative Krümmungen der etiolirten Pflanzen wahrnehmen. Daraus, dass sie hier nicht immer oder nicht dauernd zur Beobachtung kamen, wird man kaum einen Einwand gegen meine Auffassung herleiten

können — würden doch die heliotropischen Eigenschaften von Phycomyces sich auch so präsentiren, und doch keine anderen sein, als sie thatsächlich sind, wenn wir nur Lampen von 25,000 Lichteinheiten zur Verfügung gehabt hätten, und ich habe ja auch oben darauf hingewiesen, dass es ein Leichtes wäre mit Phycomyces ein solches Resultat zu erzielen durch Entfernung der Culturen von der Lampe.

In unseren Versuchen konnten wir an etiolirten Pflanzen die optimale Helligkeit noch feststellen. Für die normal grünen gelang das nicht mehr, weil diese viel höher gestimmt sind; es lässt sich demnach auch kaum errathen, wo hier die Lichtintensität zu suchen wäre, bei welcher positive wie negative Krümmungen aufhören, ja es kann sogar fraglich erscheinen, ob es jemals gelingen wird Licht von hinreichender Intensität ohne störende Wärmestrahlen zu erzielen, um hierüber ein abschliessendes Urtheil zu gewinnen. Aber ich habe auch früher schon darauf hingewiesen,[1]) dass es für meine ganze Auffassung von der Gleichartigkeit der phototropischen Bewegungen völlig irrelevant ist, ob die sämmtlichen in Frage kommenden Cardinalpunkte nachweisbar oder überhaupt in der Pflanze selbst gegeben sind. Es genügt, wenn ein Theil der s. Z. gezeichneten Curve realisirt ist. Ich habe dann ebenfalls gezeigt, dass wahrscheinlich nur wenige Pflanzen so wie Phycomyces, Vaucheria u. a. die Erscheinungen in toto erkennen lassen; gewiss sind viele oberirdische Pflanzentheile auf unendlich hohe Intensitäten gestimmt, und noch sicherer ist, dass wieder andere auf unendlich kleine Lichtgrade abgestimmt erscheinen — das sind die schlechthin als negativ heliotropisch bezeichneten Organe, bei welchen bislang niemals auch nur Spuren einer positiven Bewegung trotz schwächster Beleuchtung wahrnehmbar waren.

Es ist wohl überflüssig, sich noch mehr über die Dinge zu verbreiten, die im Zusammenhang mit allen fraglichen Processen schon früher behandelt sind. Ich möchte nur noch darauf hinweisen, dass die üblichen Demonstrationsversuche mit der heliotropischen Kammer von Sachs oder Noll's Schiessversuche mit Pilobolus doch nur ein einseitiges Bild der ganzen Vorgänge liefern. Will man das ganze Wesen der heliotropischen Erscheinungen demonstriren, so wird man mit Vaucheria resp. anderen Algen oder Phycomyces vor der Projectionslampe arbeiten müssen, und ich denke die Zeiten sind nicht mehr fern, wo in einem ordentlichen botanischen Institut hinreichende elektrische

---

1) l. c. p. 230.

Leitungen und Apparate vorhanden sind. Neben Phycomyces empfiehlt sich dann auch die Nebeneinanderstellung von grünen und von etiolirten Pflanzen.

Die Fruchtstiele von Linaria Cymbalaria sind ganz geeignete Objecte, wenn es sich darum handelt zu zeigen, dass ganz schwache Lichtintensitäten einen Reiz nicht oder nur in geringem Maasse auszuüben vermögen. Bringt man diese Pflanzen in eine heliotropische Kammer von etwa 2 Meter Länge, in welcher der vordere Spalt nicht gar zu gross ist, so stellen sich die am weitest entfernten Stiele vertical, während die übrigen sich verschieden stark neigen, um so mehr, je näher sie dem Licht gebenden Spalt sind. Zwar sind die Vorgänge bei den Linaria-Stielen nicht ganz einfache, es spielen offenbar noch mancherlei andere Reizvorgänge eine Rolle dabei, doch dürfte das für einen Vorlesungs- und Demonstrationsversuch nicht in Frage kommen — über Einzelheiten soll später berichtet werden.

Plagiotrope Sprosse.

Unter den mit Ausläufern, oberirdischen horizontalen Sprossen etc. versehenen Gewächsen nach geeigneten Versuchsobjecten zu suchen, lag nun um so näher, als Vöchting[1]) u. a. mit Bezug auf Erodium cicutarium Ansichten vertreten hatte, die sich mit meinen späteren fast decken. Vöchting zieht die Thatsache heran, dass die Sprosse von Erodium sich bei intensivem Licht dem Boden horizontal anpressen, bei mässiger oder fehlender Beleuchtung aber aufrichten (und zwar negativ geotropisch); er schiebt das auf Zusammenwirken des negativen Heliotropismus mit dem negativen Geotropismus und folgert dann weiter: „hiernach muss es einen Grad von Beleuchtung geben, bei welchem die Sprosse weder positiv noch negativ heliotropisch reagiren und vermöge ihres Geotropismus sich einfach aufrichten".

Nachdem ich die Dinge mehrfach selber untersucht hatte, bin ich zweifelhaft geworden, ob sich die von Vöchting vorgetragene Auffassung hier ohne Weiteres in Anwendung bringen lässt.

Glechoma hederacea bot sich als ein geeignetes Versuchsobject. Die ganzen Stolonen richten sich, das ist seit Frank für so viele derartige Organe bekannt, nach der Verdunkelung an ihrer Spitze vertical auf (etwa nach 24—48 Stunden, oft schon zeitiger). Bringt man die Pflanze wieder in helle Beleuchtung (z. B. an ein ständig

1) Vöchting, Bewegungen der Blüthen und Früchte, Bonn 1882, p. 161 ff.

geöffnetes Südfenster), so wird die Horizontalstellung nach 1—2 Tagen eingenommen, ohne dass eine Beziehung der horizontal gestreckten Theile zu den Lichtstrahlen nachweisbar wäre. Dasselbe erfolgt auf dem Klinostaten, wenn man die Töpfe mit der Glechoma auf die horizontale Scheibe des Apparates bringt, und somit dafür sorgt, dass die aufrecht stehenden Spitzen der Ausläufer eine Drehung um ihre vertikale Achse erfahren. Das ist, wie ich meine, recht auffällig und spricht nicht dafür, dass es sich hierbei um negativen Heliotropismus handle. Freilich ist hier Vorsicht geboten, denn Sachs hat mit Recht hervorgehoben,[1]) dass der Klinostat nur richtige Resultate gibt, wenn der betr. Pflanzentheil allseitig gleiche Reactionsfähigkeit besitzt.

Das letztere ist aber offenbar bei den jungen Ausläufern von Glechoma der Fall; sie sind völlig radiär gebaut und reagiren auch, soweit meine Untersuchungen reichen, allseitig geotropisch gleichmässig. Später freilich haben die älteren Stolonen auf der Unterseite vielfach Wurzeln getrieben; dann trifft das Gesagte nicht mehr zu.

Geht man weiter und verdunkelt die Spitzen der Ausläufer durch Einführung in einen dunklen Kasten, wobei die Pflanze als solche beleuchtet bleibt, längere Zeit, d. h. etwa 1—2 Wochen, so verlängert sich das vertical aufgerichtete Ende nur mässig, die Blätter nehmen eine etwas andere Form an, sie nähern sich, wenn sie auch klein bleiben, den Blättern an den verticalen, blühenden Achsen. Diese verticalen Enden der Ausläufer verhalten sich ganz anders. Bringt man sie an das Fenster, so machen sie schwache positiv heliotropische Krümmungen. Auf dem Klinostaten, wie oben beschrieben, um die verticale Achse gedreht, bleiben sie aufrecht — Tage und Wochen lang. Aber es zeigen sich noch andere Erscheinungen. Die Blätter vergrössern sich, sie nehmen damit völlig die Form der normalen Laubblätter von Glechoma an, und thatsächlich haben wir jetzt eine nomale orthotrope Laubachse, keinen Ausläufer mehr vor uns. Ein solcher wird nun aber neu gebildet, indem an der Biegungsstelle des urspünglichen Ausläufers, aus der Achsel des Blattes, das dieser zunächst steht, ein Seitenspross horizontal mit allen Eigenschaften der Stolonen hervortritt.

Häufig erfolgt nach mehreren Wochen noch eine Rückbildung der durch Verdunkelung erzielten verticalen Achse an ihrer Spitze zu einem normalen Ausläufer.

---

1) Sachs, Ausschliessung geotropischer und heliotropischer Krümmungen. Arbeiten des bot. Instituts zu Würzburg Bd. II p. 210.

Nur im Frühling habe ich immer die Aufrichtung der Horizontalsprosse im Dunkeln und event. bei längerer Versuchsdauer deren Umwandlung beobachtet, im Sommer erfolgt sie nicht mehr. Dann wachsen auch im Dunkeln die Spitzen der Ausläufer wochenlang unter erheblicher Verlängerung horizontal. Sie sind also jetzt dauernd plagiotrop geworden und daran ändert Lichtentziehung nichts mehr.

Wenn ich noch hinzufüge, dass schwächer beleuchtete Pflanzen von Glechoma überhaupt keine Ausläufer bilden, dass weiterhin auch normale Laubsprosse, deren Blüthen abgeblüht sind, an ihrer Spitze zu Ausläufern werden können, so ist damit das verfügbare Thatsachenmaterial, vorbehaltlich weiterer Untersuchung, erschöpft.

Vielleicht verdient noch nachgetragen zu werden, dass die normalen Ausläufer sich, soweit ihre jüngeren Theile noch wachsthumunfähig sind, immer annähernd horizontal einstellen, mag man sie in Lagen bringen, welche man will. Das lässt sich besonders gut zeigen, wenn man Töpfe mit längeren Stolonen hoch stellt, so dass diese über den Rand des Topfes herabhängen. Unter solchen Umständen sah ich mehrfach, wie die horizontal gewordenen Spitzen der Stolonen nach einigen Tagen vom Licht weg in das Zimmer hinein zeigten. Ob das allgemeine Regel ist, mag dahingestellt sein.

Andere Pflanzen mit horizontal liegenden Sprossen verhalten sich in den Hauptzügen ähnlich, z. B. Lysimachia Nummularia. Verdunkelte Sprosse richten sich mit den Spitzen auf und kehren, wenn die Verdunkelung 1—3 Tage dauerte, in die horizontale Lage zurück, sobald sie wieder hinreichend intensivem Licht ausgesetzt werden. Die Horizontalstreckung erfolgt ohne Beziehung zu den einfallenden Lichtstrahlen. Auch auf dem Klinostaten tritt sie ein.

Längere Verdunkelung oder auch nur Herabsetzung des Lichtes unter ein gewisses Maas (z. B. Entfernen der Töpfe vom Fenster nach dem Zimmer hin), bedingt ebenfalls die Bildung verticaler, radiär gebauter Sprosse, die nach der ganzen Lage der Dinge nicht so erheblich von den übrigen differiren, wie das bei Glechoma der Fall war. Immerhin ist sehr deutlich, dass man es in dem einen Fall mit radiären, im anderen mit dorsiventralen Gebilden zu thun habe.

Relativ alte Zweige reagiren nicht mehr so prompt in dem angedeuteten Sinne. Nicht selten ergeben sie Zwischenstufen. Die Sprossenden richten sich nicht völlig auf, sondern nur unter Winkeln von 40—60°. Mehrfach wurde beobachtet, dass Pflanzen, welche vorher sehr intensiv beleuchtet gewesen waren, sich weniger leicht in aufrechte Stellung begaben.

Die aufgerichteten, durch Verdunkelung oder Lichtverminderung radiär gewordenen Sprosse zeigen, an das Fenster gebracht, fast regelmässig nach wenigen Stunden schwache positiv heliotropische Bewegungen. Nach einigen Tagen werden die Achsen wieder plagiotrop und nehmen demgemäss unter Ausgleichnng der positiv heliotropischen Krümmung eine wagerechte Lage an.

Da die untersten Theile der orthotropen Sprosse meist nicht mehr reactionsfähig sind, bleiben sie aufgerichtet, die jüngeren Theile erscheinen dann natürlich rechtwinkelig abgebogen und schweben in der Luft.

Diese horizontalen Enden zeigen häufig nach dem Zimmer hin und in diesem Falle könnte man an eine Betheiligung des negativen Heliotropismus denken. Darauf komme ich zurück. In anderen Fällen war aber davon nicht die Rede; die Sprosse wurden horizontal, ohne eine Beziehung zu den einfallenden Strahlen zu zeigen. Es fiel ferner auf, dass die Niederlegung von aufgerichteten Sprossen in anderen Regionen stattfand, als die positiv heliotropische Krümmung. Die letztere blieb häufig in den oberen, jüngeren Regionen sichtbar, während in etwas älteren Zonen die Krümmung einsetzte, die zur Horizontalstellung führte. Unzweifelhaft Aehnliches hat Sachs an Tropaeolum wahrgenommen.

Je intensiver und anhaltender die Beleuchtung, um so rascher legen sich aufgerichtete Sprosse horizontal; ja sie gehen sogar häufig über diese Lage hinaus und krümmen sich, wie schon Frank und Vöchting zeigten, mehr oder weniger stark abwärts. Bei geringer Abschwächung des Lichtes nähern sie sich wieder mehr der Horizontalen und bei weiterer Verminderung der Helligkeit beginnt die Aufrichtung mit mehr oder weniger grosser Energie. Offenbar entspricht jeder Lichtintensität eine bestimmte Lage des Sprosses.

Linaria Cymbalaria besitzt, wie allbekannt, horizontal liegende, lange Sprosse, an welchen auch die Blüthen auftreten. Die Keimpflanzen entwickeln zunächst aufrechte Triebe, die häufig erst in horizontale übergehen, wenn sie eine Länge von 5 cm und mehr erreicht haben. Auch die Seitensprosse verhalten sich ähnlich.

Auf dem Klinostaten sind diese Sprosse völlig radiär, erst nach längerer Zeit werden sie dorsiventral und plagiotrop.

Am hellen Südfenster geht die Horizontallegung der Sprosse ziemlich rasch vor sich und zwar so, dass fast alle nach dem Zimmer zu wachsen; noch deutlicher ist diese Erscheinung an stark besonnten Südmauern zu verfolgen, wenn die Pflanzen über den oberen Rand derselben hinauswachsen.

Etwas weiter vom Fenster entfernt dauert die Ueberführung der verticalen Sprosse in horizontale länger, und hier ist auch keine Beziehung zu den einfallenden Strahlen zu erkennen. In den Töpfen strahlen die Ausläufer nach allen Richtungen aus.

Bei weiterer Lichtverminderung erhält man wieder relativ rasch annähernd horizontale Sprosse, die gegen das Licht wachsen; es handelt sich hier aber offenbar in erster Linie um einfachen positiven Heliotropismus. Auch im Dunkeln kann man plagiotrope Sprosse bei Linaria cymbalaria erhalten.

Die Vorgänge bei Hedera Helix[1]) sind von Sachs in kurzen Zügen sehr zutreffend geschildert worden. Er hebt hervor, wie die ursprünglich radiären Keimpflanzen resp. Stecklinge später dorsiventral wurden und sich unter Horizontalstellung vom Licht weg wenden. Sachs zeigt, dass die Sprosse des Epheu sich an die Mauern etc. anschmiegen, aber sich horizontal legen, sobald sie an den oberen Rand der Mauer kommen. Sie behalten hier ihre wagerechte Stellung bei, auch wenn sie über diese hinausragen. Aehnliche „Schwebsprosse" entstehen auch an den der Mauer anliegenden Organen; sie wachsen horizontal oder wenig nach unten geneigt von der Mauer fort, auch entgegen der Richtung der Lichtstrahlen.

Diesen Beobachtungen habe ich nur eines hinzuzufügen.

Wenn man Stecklinge des Epheu am Fenster wachsen lässt, so richten sie sich, wie Sachs angab, in relativ kurzer Zeit gegen das Innere des Zimmers. Drehe ich nunmehr den Topf um 90^{0}, so dass der plagiotrope Spross dem Fenster parallel steht, so sehe ich, dass nach einigen Tagen eine negative heliotropische Bewegung einsetzt, in der Weise, dass der Spross des Epheus sich in horizontaler Ebene wieder in das Zimmer hineinkrümmt.

Diese Krümmungen machen sich in $1^1/_2$—2 m Entfernung vom Fenster kaum noch bemerkbar. Hier wachsen die wagerechten Stengeltheile einfach in der ursprünglichen Richtung fort ohne exakte positiv oder negativ heliotropische Bewegungen auszuführen. Nur die fortwachsende Spitze erscheint ein wenig gehoben. Weiter vom Fenster entfernt, wachsen die Epheusprosse, etwa um 30—40^{0} gegen den Horizont gehoben gegen das Licht hin.

Wie weit andere Pflanzen mit wagerechten Sprossen hierher zu zählen sind, lässt sich nicht ohne Weiteres sagen. Panicum-Arten,

---

1) Sachs, Orthotrope und plagiotrope Pflanzentheile. Arbeiten des bot. Instituts Würzburg Bd. II.

Polygonum aviculare u. a. sind immer wohl mit Recht hierher gezählt worden, ebenso die Sprosse von Tropaeolum. Ob auch Dinge wie Marchantia, die plagiotropen Sprosse von Atropa Belladonna, von Polygonatum multiflorum, die Blüthenstiele von Leontodon Taraxacum u. s. w. hierher gehören, müssen weitere Untersuchungen lehren. Manches spricht dafür, dass wenigstens ein Theil der Erscheinungen, die sich an diesen Gewächsen abspielen, mit den uns beschäftigenden Fragen Verwandtschaft zeigen.

Die aufgeführten Thatsachen sind seit Frank[1]) regelmässig erklärt worden als Gleichgewichtslage zwischen negativem Heliotropismus und negativem Geotropismus, event. als Transversalheliotropismus u. s. w. und das hat Vöchting zu der bereits citirten Annahme geführt, die ja an sich völlig in meine sonstigen Auffassungen des Heliotropismus passen würde. Allein schon Sachs hebt in seiner Arbeit über orthotrope Pflanzentheile hervor[2]): „Positiv heliotropische Organe reagiren auf das Licht sofort, . . . manche der sog. negativ heliotropischen Organe (Marchantia-, Tropaeolum-Sprosse) bedürfen dagegen eines sehr intensiven Lichtes und einer sehr langen Dauer der Einwirkung, um die Krümmung zu zeigen." „Ich erwähne diese Dinge hier, um zu zeigen, dass der Begriff des negativen Heliotropismus einer wissenschaftlichen Reinigung bedarf und dass es bei dem gegenwärtigen Stand unserer Kenntnisse sehr fraglich ist, ob man die breiten, normalen Marchantiasprosse negativ heliotropisch nennen darf", und weiter unten heisst es[3]): „Ob man bei dem Epheu mehr als bei Marchantia berechtigt ist, die vom Licht bewirkte Rückwärtskrümmung eine negativ heliotropische zu nennen, will ich hier nicht entscheiden." Sachs spricht dann vorläufig von negativem Heliotropismus und erklärt auch seinerseits die Gleichgewichtslage aus dem Zusammenwirken von negativem Geotropismus, Epinastrie und negativem Heliotropismus.

Die von Sachs geforderte Reinigung des Begriffes „negativer Heliotropismus" lässt sich aber, wie ich glaube, zum mindesten partiell ausführen, wenn wir die Beobachtungen Stahl's[4]) an Adoxa-Rhizomen u. s. w. heranziehen und die Umwandlungen berücksichtigen, die an Glechoma, Lysimachia etc. zur Beobachtung gelangten. Durch die

---

1) Frank, Beiträge zur Pflanzenphysiologie, 1868. — Derselbe, Die natürliche wagerechte Richtung von Pflanzentheilen, 1870.

2) l. c. p. 238.

3) l. c. p. 260.

4) Stahl, Einfluss des Lichtes auf den Geotropismus einiger Pflanzenorgane. Ber. d. d. bot. Ges. 1884 (Bd. II) p. 383.

Einwirkung verschieden intensiven Lichtes können die Ausläufer in verticale Sprosse und diese wieder in Ausläufer übergeführt werden. Das erinnert lebhaft an die Modificationen der Blattbildung, die Goebel[1]) an Campanula rotundifolia durch verschiedene Lichtstärken erzielte und ebenso an die Fragen, welche Vöchting[2]) in seiner Arbeit über den Einfluss des Lichtes auf Anlage und Gestaltung der Blüthen behandelt hat.

Auf Grund der hier und anderweit gemachten Erfahrungen wird es nicht Wunder nehmen, wenn solche Umwandlungen nicht jederzeit ausführbar sind, sondern meistens nur so lange als die Organe ein gewisses Alter nicht überschreiten und so lange als die Einwirkungen der Aussenwelt noch keine völlig festen Verhältnisse geschaffen haben.

Wir sahen die Umbildungen auch auf dem Klinostaten; trotz allseitiger Beleuchtung entstehen dorsiventrale, plagiotrope Organe. Auch dafür sind Beispiele bekannt. Ich erinnere daran, dass Vöchting[3]) auf den Klinostaten flache Sprosse von Phyllocactus erzog. Die fraglichen Erscheinungen sind unzweifelhaft gleichartige und es thut nichts zur Sache, dass die so entstandenen Organe in einem Fall in erster Linie auf die Schwere, im anderen auf das Licht reagiren.

Haben aber diese Umwandlungen etwas zu thun mit der Frage, wie kommt in so und so vielen Fällen die horizontale Lage der Ausläufer, liegenden Stämmchen etc. zu Stande? Darauf glaube ich unbedingt mit „ja" antworten zu sollen.

Halten wir uns zunächst an Glechoma und Lysimachia Nummularia. Zwischen den durch dauernde Verdunkelung entstehenden Gebilden und denjenigen Aufwärtskrümmungen, die nach kurzer Lichtentziehung bemerkbar werden, finden wir besonders bei Lysimachia reichlich Uebergänge und ich meine, wir hätten es in dem einen Fall zu thun mit einer morphologischen und physiologischen Veränderung der ganzen Organe, im anderen mit einer nur physiologischen, die der anderen voraufgeht und in den Gestaltungsverhältnissen noch nicht zum Ausdruck kommt, wohl aber in der veränderten Reaction äusseren Reizen gegenüber. Diese Veränderung der physiologischen Struktur ist aber nicht nur bei Glechoma und anderen oberirdischen Organen gegeben, sondern genau so bei den unterirdischen Sprossen der Adoxa etc. Principiell ist es gleichbedeutend, ob das Licht transversal geotropische

1) Flora 1896 (Bd. 82).

2) Pringsh. Jahrb. Bd. XXV.

3) Vöchting, Bedeutung des Lichtes für die Gestaltung blattförmiger Cacteen. Pringsh. Jahrb. Bd. XXVI.

Organe in positiv geotropische überführt (Adoxa) oder negativ geotropische in transversal geotropische (Glechoma).

Auch lassen sich solche Dinge wie Pfeffer[1]) hervorhebt, ganz allgemein auf Grund der Reizbarkeit verstehen.

Vielleicht wird man aber bezüglich meiner Erklärung der beobachteten Thatsachen noch Bedenken tragen, deswegen betone ich das Folgende.

Die Meinung, dass negativer Heliotropismus und negativer Geotropismus die plagiotrope Stellung der Horizontalsprosse bedingen, gründet sich in erster Linie auf die Versuche Frank's, in welchen nach Verdunkelung die Sprosse sich geotropisch aufrichteten. Allein es ist klar, dass damit kein vollgiltiger Beweis erbracht ist. Trifft meine Auffassung zu, so muss genau die gleiche Reaction erfolgen, aber nicht weil negativer Heliotropismus aufhörte zu wirken, sondern weil das Fehlen des Lichtes die geotropischen Eigenschaften ändert; auch in Stahl's bekannten Versuchen konnte man nicht a priori wissen, ob die Abwärtskrümmung eine combinirte Wirkung von Heliotropismus und Geotropismus sei oder ob diejenige Einwirkung vorliege, die Stahl klar gekennzeichnet hat.

Nach sehr sonnigen Tagen krümmen sich, wie zuerst ebenfalls Frank, später auch Vöchting zeigte, die Sprosse von Lysimachia, Erodium cicutarium etc. weit über die Horizontale hinaus gegen den Erdboden hin. Diese Erscheinung erst recht als negativen Heliotropismus zu deuten, lag natürlich nahe, aber zwingend ist auch dieser Schluss nicht, denn es ist klar, dass die Ueberführung orthotroper Organe durch das Licht in plagiotrope nicht in dem Moment stehen zu bleiben braucht, wo die Horizontalstellung eingenommen wird, sondern dass durch fortgesetzte energische Einwirkung der Sonne diese Organe in positiv geotropische übergehen können. Der Transversalgeotropismus ist ohnehin nur ein Fall unter den vielen möglichen, den wir nur hervorheben, weil die durch ihn bedingten Lagen besonders in die Augen springen und recht häufig sind.

Ich wies schon oben darauf hin, dass die Klinostatenversuche mit Glechoma eine Nichtbetheiligung des negativen Heliotropismus im hohen Grade wahrscheinlich machen und die völlig regellose Orientirung der jungen und alten Stolonen gegen das Licht bestätigt das

---

1) Pfeffer, Reizbarkeit der Pflanzen. Verh. d. Ges. deutsch. Naturforscher und Aerzte, 1893.

vollauf. Bei Glechoma ist also nur die Beeinflussung des Geotropismus durch das Licht maassgebend.

Bei Hedera verlaufen die wesentlichen Processe unverkennbar genau so, wie bei Glechoma hederacea, aber hier kommt offenbar unter Umständen negativer Heliotropismus hinzu. Derselbe macht sich unzweifelhaft darin bemerkbar, dass die plagiotropen Sprosse vom Licht fortwachsen, z. B. gegen die Mauer oder in das Zimmer hinein. Der Heliotropismus zeigt sich auch in meinen Versuchen, in welchen die horizontalen, dem Fenster parallelen Sprosse des Epheu gegen das Zimmer fast unter einem rechten Winkel umbogen. Aber ich bin der Meinung, dass hier der Heliotropismus nur secundär wirkt, indem er die Pflanzen bei hinreichend intensivem Licht von diesem abkehrt. Die plagiotrope Lage und die Dorsiventralität kommt auch ohne Heliotropismus zu Stande; das demonstriren deutlich genug die bei schwächerem Licht erzogenen Pflanzen, welche die normale Lage annahmen ohne Heliotropismus zu zeigen. Positiver Heliotropismus ist bei schwächster Beleuchtung an den Sprossen von Hedera wahrzunehmen, macht sich aber nicht sehr bemerkbar.

Für Lysimachia Nummularia gilt im Wesentlichen dasselbe wie für den Epheu. Die Pflanze ist insofern lehrreich, als sie zeigt, wie die Horizontalstreckung häufig, ohne Beziehung zu den einfallenden Strahlen, in etwas älteren Regionen erfolgt, während die jüngeren noch positiv heliotropisch reagiren. Das stimmt unverkennbar mit dem überein, was Sachs an Tropaeolum wahrnahm; auch an dieser Pflanze erfolgen die Krümmungen, die Sachs als negativ heliotropische ansprach in älteren Zonen des Stammes. Würde sich meine Auffassung bestätigen, so würde sich event. auch im weiteren Verlauf neuer Untersuchungen herausstellen, dass die positiv und negativ phototropischen Krümmungen überall in den gleichen Zonen einsetzen, wie das bei Phycomyces ohne Weiteres sichtbar ist, und dass scheinbare Abweichungen von dieser Regel durch andere Factoren bedingt werden.

Bezüglich der Linaria Cymbalaria bin ich zweifelhaft, ob das Licht unter allen Umständen erforderlich sei, um Plagiotropie hervorzurufen; es scheint, als ob hier durch innere Processe dafür gesorgt sei, dass die ursprünglich aufrechten Sprosse zu plagiotropen werden eine Annahme, die an sich nichts Widersinniges hat. Wie dem auch sei, die Achsen legen sich horizontal ohne irgend eine Beziehung zur Strahlenrichtung aufzuweisen, wenn sie sich in einer gewissen mittleren Beleuchtung befinden. Sie legen sich rückwärts bei intensiverem Licht, vorwärts bei schwächerem. Das zeigt deutlich, dass wir es

hier mit einer Pflanze zu thun haben, deren Optimum relativ niedrig liegt, so niedrig, dass eben bei normalem Tages-(Sonnen)licht bereits eine Wegkrümmung vom Licht erfolgt.

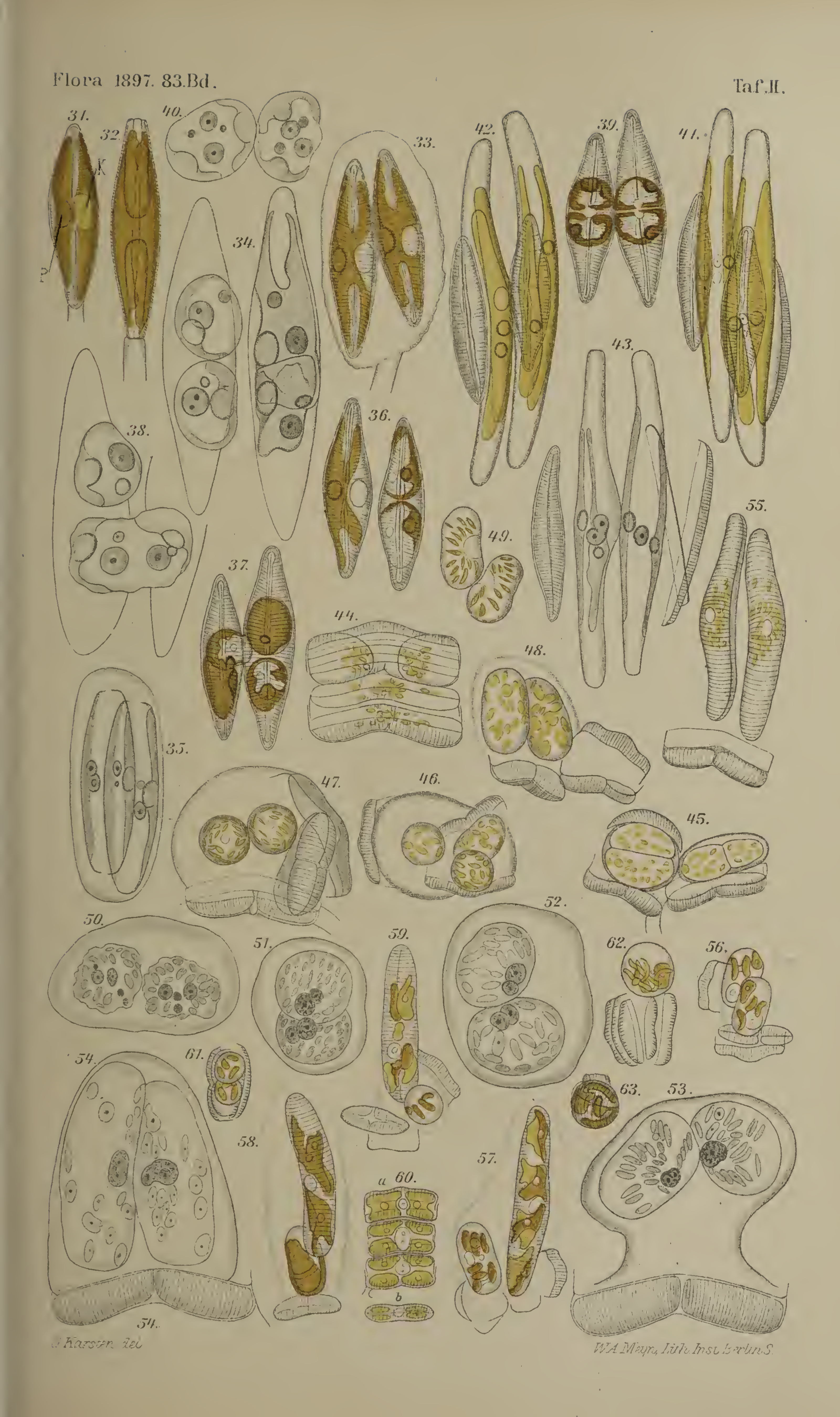
Linaria Cymbalaria wird sich event. zu Demonstrationsversuchen verwenden lassen; immerhin sind hier die Vorgänge complicirter als bei gewöhnlichen orthotropen Organen.

Die hier vorgetragenen Resultate liefern noch kein abgeschlossenes Bild aller Processe, welche sich an horizontalen Sprossen abspielen, sie bedürfen noch weiterer Vertiefung und Durcharbeitung. Erst nachdem meine Versuche vorläufig beendet und das Manuscript fertig gestellt war, wurde mir Czapek's Arbeit „über die Richtungsursachen der Seitenwurzeln und einiger anderer dorsiventraler Pflanzentheile“ [1]) zugänglich. Von verschiedenen Gesichtspunkten ausgehend und auf Grund verschiedenartiger Versuchsanstellung sind wir zu ganz ähnlichen Resultaten bezüglich oberirdischer plagiotroper Sprosse gelangt. Einzelheiten differiren, doch scheint es mir vorläufig unthunlich, diese zu discutiren, da wohl unsere beiderseitigen Versuche nicht völlig abgeschlossen sind. Mir kam es hier in erster Linie darauf an, zu zeigen, dass die Beobachtungen an plagiotropen, grünen Organen nicht ohne Weiteres und generell für meine Auffassung des Phototropismus können verwandt werden.

---

1) Sitzungsber. d. Acad. d. Wiss. in Wien, mathem.-naturw. Cl. Bd. CIV. Nov. 1895.


1.
2.
3.
4.
5.
6.
7.
8.
9.
10.
11.
12.
13.
14.
15.
17.
18.
19.
20.
21.
22.
23.
24.
25.
26.
27.
28.
29.
30.
Od



J. Karsten del. WA Meyn, Lith. Inst. Berlin S.

Untersuchungen über Diatomeen.

Von

G. Karsten.

II.[1])

(Hierzu Tafel I und II.)

Synedra affinis Ktzg.

De Toni, Sylloge II. 661.

Smith, Brit. Diat. I. pag. 73 Taf. 12 Fig. 96, 97.

Van Heurck, Synopsis. pag. 153. Taf. 41 Fig. 9, 10, 14, 15 B. 16, 20.

Grösse 135 μ bis 280 μ. Auxosporen 360 μ bis 572 μ.

Die geraden, kurz vor den abgerundeten Ecken wenig ausgeschweiften Schalen sind beiderseits der glatten Mittellinie mit feinen Querstrichen versehen. Die Chromatophoren sind zahlreich, von mehr oder minder kurz bandförmigem Umriss. Sie liegen im normalen Zustand der Zellen den Gürtelbändern, oft fast lückenlos, an. Ein jedes lässt im gefärbten Zustand ein sehr winziges, dunkler gefärbtes Pyrenoid erkennen (Fig. 2).

Etwa in der Mitte der langgestreckten Zellen liegt der grosse und substanzreiche, mit einem Nucleolus versehene Zellkern. Vor der Theilung nimmt der Kern eine langausgezogene Form an. Zwei Nucleolen treten in ihm auf und schliesslich sind zwei getrennte Kerne vorhanden, die zunächst etwas substanzarm scheinen, jedoch je einen grossen Nucleolus besitzen (Fig. 1—3).

Eine Zerlegung des Kernes in Chromosomen vermochte ich niemals auch nur andeutungsweise zu erkennen, doch will ich die Frage noch offen lassen, ob die hier wiedergegebene Schilderung einer „directen Kerntheilung" entspricht.

Nach vollendeter Zweitheilung des Inhaltes werden die zwei neuen Schalen Rücken an Rücken gebildet. Sie haften so fest aneinander, dass die Schwesterindividuen lange Zeit verbunden bleiben, nur an den Zellenden bedingt eine geringe Convexität der Schalen gegeneinander ein meist geringfügiges Auseinanderklaffen. Fig. 1, 5, 7.

1) Der erste Theil ist veröffentlicht: Flora 1896, pag. 286 ff.

Die Individuen heften sich durch eine kleine Gallertabsonderung an einem Zellende fest und können dann nur noch pendelnde Bewegungen, den Wasserströmungen folgend, um diesen festen Punkt herum ausführen.

In den letzten Junitagen frisch eingesammeltes Material zeigte in der Kultur alsbald Anfänge der Auxosporenbildung. Die ganzen Kolonieen von zwei, drei oder mehr Individuen pflegen gleichzeitig in diesen Zustand einzutreten.

Kerntheilung ohne gleichzeitige Scheidewandbildung ist wohl die erste Andeutung. Eine Zerlegung der langen Chromatophoren in kleinere, abgerundete Scheibchen ging oft nebenher; charakteristisch war die Lagerung der Endochromplatten an den Schalenseiten unter Freilassung der Gürtelbänder. Endlich tritt eine Contraction des Zellinhaltes in der Länge unter gleichzeitiger Dehnung in der Querrichtung ein. Und diesem Drucke folgend weichen die Schalen an einem oder beiden Enden auseinander. Fig. 4.

Alsbald bemerkt man eine Sonderung des contrahirten Inhaltes in zwei, von zarter Haut umgebene Massen, die den beiden auseinanderklaffenden Schalen der Länge nach anliegen und je einen Kern umhüllen. Diese, einer Längstheilung gleichende Trennung scheint von den Enden her gegen die Zellmitte vorzuschreiten, so dass hier bis zuletzt eine Plasmabrücke vorhanden bleibt, in der die Kerne liegen. Die Form der in der Mitte etwas gegen einander aufgetriebenen Theilzellen und die Lage der Kerne deuten darauf hin. Fig. 5, 6.

Nachdem dieser Zustand eine unbestimmte, jedoch nur kurze Zeit gedauert hat,[1]) beginnt eine sehr ausgiebige Streckung der beiden Theilzellen. In einem Falle konnte ich in 1/2 Stunde eine Verlängerung von 144 μ auf 266 μ beobachten. Dabei war zu erkennen, dass die beiden Zellenden zunächst ausgebildet sind und das Längenwachsthum durch Einlagerung neuer Wandsubstanz in der Mitte stattfindet, wo sich auch der Kern dauernd aufhält. So zeigt Fig. 9 an einem ganz jungen Exemplar am oberen Ende bereits eine feste Zellhaut, von der sich das Plasma zurückgezogen hat.

---

1) Der Regel nach findet die Auxosporenbildung hier des Nachts statt. Individuen, die am vorhergehenden Abende noch völlig normales Aussehen hatten, waren 9 Uhr Vorm. bereits gesprengt und mit zwei lang daraus hervorgestreckten Auxosporenzellen versehen. Mit Tagesanbruch dürfte der Process beginnen, denn durch Verdunkelung der Cultur liess die Auxosporenbildung sich bis zur Wiederbeleuchtung hinhalten. — Die völlige Entwickelung der Auxosporen bis zur Schalenbildung nimmt dann noch etwa 24—48 Stunden in Anspruch.

Bevor die weitere Entwickelung der Auxosporen verfolgt wird, mag noch zusammenfassend wiederholt sein, dass nach diesen Beobachtungen aus jeder Synedra-Zelle zwei Auxosporen durch eine Längstheilung gebildet werden. Jede Mitwirkung anderer Synedra-Individuen ist ausgeschlossen, liegen doch die etwa vorhandenen Schwesterzellen stets mit den Schalenseiten gegen einander. Auch eine Einwirkung der zwei Tochterindividuen aufeinander nach erfolgter Trennung ist kaum anzunehmen, da in Fig. 7 und 8 trotz des Absterbens einer Tochterzelle, die andere zu weiterer Entwickelung gelangt ist, wie auch sonst mehrfach zu beobachten war.

Der in Fig. 10 und 11 dargestellte Fall einer Verbindung der zwei Tochterzellen an der ausgeweiteten Kniestelle dürfte nur auf gelegentliche Verwachsung der in der Mutterzelle dicht genäherten Membranen — von denen sich der Inhalt übrigens abgewandt hat — zurückzuführen sein.

Dass die Streckung dieser Auxosporen eine recht ansehnliche ist, ergiebt sich aus den angeführten Zahlen. Dabei pflegen die Formen der cylindrischen, beiderseits etwas verjüngten Zellen eine mehr oder minder starke Krümmung anzunehmen, deren Richtung oben und unten verschieden sein kann. Fig. 10, 12, 13. Es ist das wohl nur der Ausdruck für ein auf den verschiedenen Seiten ungleich starkes Wachsthum, wäre also den Nutationskrümmungen schnellwachsender Sprosse zu vergleichen. Schliesslich aber findet man die Zellen doch im grossen und ganzen ziemlich gerade gestreckt, ohne so scharfe Bogen, wie etwa Fig. 12 sie zeigt, doch bleibt eine geringe Convexität der früheren Aussenseite leicht wahrnehmbar.

Die Chromatophoren vertheilen sich ziemlich gleichmässig über die ganze Oberfläche der Auxosporen, nehmen auch an Länge allmählich wieder erheblich zu (Fig. 11).

Sehr eigenthümlich ist das Verhalten des Zellkernes. Es ist zunächst völlig zweifellos, dass nur ein Kern in jeder Auxospore sich befindet (Fig. 5—13). In jedem Kern liegt ein grosses und deutliches Kernkörperchen.

Dann aber wird der Kern einige Zeit vor völliger Längsstreckung der Auxospore in der Längsrichtung gedehnt, es treten zwei Kernkörperchen auf, die sich mehr und mehr von einander entfernen (Fig. 14, 15). Eine wirkliche Trennung in zwei Kerne mit je einem Kernkörperchen sah ich nur einige Male, z. B. Fig. 16. In jedem Falle ist später nur ein normaler Kern mit einem Nucleolus in jeder Auxo-

spore vorhanden. Ich bezweifle nicht, dass in vielen Fällen die völlige Trennung in zwei Kerne unterbleibt, da in so alten Individuen, wie Fig. 17, noch zwei Nucleoli im Kerne sich zeigen. Trotzdem glaube ich in dem beschriebenen Verhalten der Kerne eine richtige Kerntheilung erblicken zu müssen, die lediglich in vielen Individuen nicht mehr zur völligen Vollendung kommt. Darin bestärken mich vor Allem einige nur durch etwas geringere Länge (96 μ, die Auxosporen 243 μ) unterschiedene Synedra-Individuen (Fig. 21).

Die Anfangsstadien der Auxosporenbildung entsprechen dem Verhalten von S. affinis. Auch die Auxosporen gleichen den vorher beschriebenen bis auf die Grössendifferenz. Doch zeigten alle übereinstimmend eine völlige und oft räumlich weite Trennung von zwei gut ausgebildeten Kernen mit grossem Nucleolus (Fig. 22).

Nach beendeter Längsstreckung beginnt die Schalenbildung der Synedraauxosporen. Dieser Vorgang weicht von dem entsprechenden bei bisher beobachteten Formen darin ab, dass eine Contraction des Inhaltes nicht oder nicht in bemerkbarem Grade stattfindet. Die Wand der Auxospore hat, besonders an den beiden Enden, erheblich an Dicke zugenommen (Fig. 17—20). Innerhalb dieser völlig glatten Auxosporenhaut, wie bei scharfer Einstellung zu sehen ist, doch so dicht darunter, dass nur eine sehr zarte Haut darüber gespannt bleibt, werden die für Synedra affinis charakteristischen Querstriche, in Längsreihen geordnet, sichtbar, die mit glatten Streifen abwechseln. Es scheint demnach eine innere Schicht der Auxosporenhaut selbst zu sein, die in Schalenbildung aufgeht (Fig. 17).

Auf der convexen Seite werden die Anfänge der Schalenbildung stets früher sichtbar als auf der concaven Seite; die äussere, grössere Schale, die auch hier[1]) zuerst gebildet werden dürfte, wird daher in der Regel convex gebogen sein müssen und ebenso schreitet auch hier ihre Entwickelung von der Zellmitte nach beiden Enden hin fort (Fig. 19). Die neuen Schalen werden an den Seiten der Auxosporen gebildet, die den früheren Schalenseiten des Mutterindividuums entsprechen, so dass keine Drehung um die Längsaxe stattzufinden scheint. Das gleiche ist im ersten Theil dieser Untersuchungen[2]) für Navicula peregrina gezeichnet, wenn auch damals im Text nicht hervorgehoben worden. Uebrigens machen die Schalen an

---

1) cf. Pfitzer, Bau u. Entw. der Bacillariaceen p. 63.

2) l. c. Taf. VIII, Fig. 26.

den neuen grösseren Individuen im Verlaufe ihrer ganzen Länge kleine Drehungen, wie an der wechselnden Breite des Oberflächenbildes der in gleichmässigen Reihen über die Schalen verlaufenden Querstriche erkannt werden mag (Fig. 17, 20). Mit der Fertigstellung der zweiten Schale und Rückkehr des Kernes zur normalen Form mit einem Nucleolus ist die Auxospore fertig gebildet. Wie sie aus der umgebenden Hülle befreit wird, habe ich nicht beobachtet.

Frühere Angaben über Auxosporenbildung von Synedra-Arten sind mir nicht bekannt, ausser der Abbildung bei Smith[1]), welche Synedra radians zu vielen Individuen in eine umhüllende Gallertmasse eingeschlossen zeigt. Mir ist das völlige Fehlen jeder gallertigen Hülle schon an dem leichten Sichverlieren der einzelnen Synedraauxosporen sehr deutlich und oft unbequem bemerkbar geworden. Der zugehörige Text[2]) scheint mir nicht auszuschliessen, dass es sich um grosse Amöben[3]) handelt, die die Synedra-Individuen umhüllen. Damit würde das anormale Aussehen des in kleinere Massen contrahirten, offenbar abgestorbenen Zellinhaltes aufgeklärt erscheinen.

Brebissonia Boeckii Grun.

De Toni, Sylloge II. 311.

Doryphora Boeckii. Smith, Brit. Diatom. I. pag. 77 Taf. 24 Fig. 223.

Grösse gemessen von 84 μ bis 166 μ (incl. Auxosporen), doch beides nicht extrem.

Diese grosse, schön gezeichnete Diatomee ist bereits von Pfitzer[4]) eingehend beschrieben: „Sie lässt im Bau der Schalen keinen Mangel an Symmetrie erkennen; man könnte sie danach als eine gestielte Navicula bezeichnen.“

Der ganze Plasmakörper ist aber asymmetrisch angeordnet: „Ausser dem der Wand anliegenden, an den Zellenden am stärksten entwickelten Plasmaschlauch finden wir bei Brebissonia zunächst wie bei den sämmtlichen Cymbelleen und den Naviculeen eine mittlere, grössere Plasmamasse. Auch die wandständigen Körper aus dichterem

---

1) l. c. Taf. B. Fig. 89.

2) l. c. introduction pag. XVI.

3) Eine Vermuthung, die, wie ich nachträglich sehe, schon weit früher geäussert und bewiesen ist. cf. Pfitzer, l. c. pag. 169.

4) Pfitzer E., Bau u. Entwickelung der Bacillariaceen, Bonn 1871, pag. 76.

Plasma, welche bei Frustulia sich finden, fehlen nicht — aber, bei Brebissonia, wie bei allen Cymbelleen, ist in jeder Zelle nur ein einziger vorhanden, welcher der Mitte eines Gürtelbandes anliegt und bei Br. Boeckii gross und halbkugelig ist. Die einzige Endochromplatte bedeckt dasselbe Gürtelband, schlägt sich dann beiderseits nach den Schalen hin um und erreicht noch mit ihren in der Mitte seicht ausgebuchteten Rändern das gegenüberliegende Gürtelband. Da, wo auf den Schalen die beiden Längsspalten verlaufen, hat die Endochromplatte schmale tiefe Ausschnitte, so dass die Längsspalten jeder Schale mit Ausnahme ihres unmittelbar am Mittelknoten gelegenen Theils farblos erscheinen, . . ."

„Die Theilung beginnt mit dem Zerfallen der einzigen Endochromplatte in zwei gleiche Hälften. Auf dem mit dichtem Plasmakörper versehenen Gürtelband, welchem die Platte mit ihrer Mediane anliegt, wird dieselbe durch zwei von den Enden her langsam vordringende schmale Einschnitte zerschnitten. Dem entsprechend zeigen uns die meisten Brebissonien auf einem Gürtelband zwei seitliche, in der Mitte noch zusammenhängende, auf dem anderen zwei ganz getrennte braungelbe Streifen, genau so, wie die eigentlichen Cymbellen."

Soweit Pfitzer, der demnach Brebissonia den Cymbelleen zurechnet (vergl. dazu Fig. 31 und 32).

Die mit seinen Worten beschriebene Alge trat schon seit April etwa stets reichlicher im Kieler Hafen auf. Alle Versuche, sie in Kultur zur Auxosporenbildung zu bringen, schlugen zunächst fehl. Durch freundliche Mittheilung des Herrn Dr. Darbishire wusste ich, dass Auxosporen der Form im Juli hier gefunden waren. Nach dem aussergewöhnlich warmen Juni d. J. glückte es auch mir, auf Zosterablättern Auxosporen zu finden und bald stellte sich in den Objectträgerculturen ebenfalls Auxosporenbildung ein.

Wo Brebissonia Boeckii auftritt, überwuchert sie durch rasche Individuenvermehrung und ihre Stielbildung bald alle concurrirenden Diatomeen, so dass sie fast Reinculturen bildet. Das scheint aber auch eine Bedingung der Auxosporenbildung dieser Form zu sein. So war es hier vortheilhafter und sicherer, das in ganzen Stücken fixirte Material von je 24 Stunden Zeitdifferenz zur Untersuchung zu benutzen, als die mühsamen Objectträgerculturen vorzunehmen.

Die Fig. 31 und 32 Taf. II stellen Brebissonia Boeckii in Schalen- und Gürtelbandansicht dar. Der Beschreibung Pfitzer's wäre nur hinzuzufügen, dass an der Stelle, wo das Pyrenoid (p) sich befindet, die Endochromplatte von der Wand ein wenig entfernt bleibt. Der Kern (k)

ist sehr voluminös und führt einen Nucleolus. Die Gürtelbandansicht zeigt die Endochromplatte fast bis aufs Pyrenoid eingeschnürt, also in Vorbereitung zur Theilung.

Bei beginnender Auxosporenbildung löst sich ein Individuum, zu dem ein anderes — der Grösse nach meist deutlich verschiedenes — also nicht Schwesterzelle — hinzugetreten ist, vom Gallertstiel ab. Beide legen sich stets mit den Gürtelbändern neben- oder aufeinander und umhüllen sich mit dichter, allseitig schliessender Gallertmasse[1]) (Fig. 33).

Die zwei Individuen liegen bald mit gleichnamigen, bald mit ungleichen Gürtelbändern an einander.

Das Chromatophor der zusammenlagernden Zellen zieht sich bald dem Anscheine nach so weit zusammen, dass die freien Ränder nicht mehr auf die pyrenoidfreie Gürtelbandseite übergreifen, sondern den Kern aus der Ausrandung hervortreten lassen. Fig. 33. Die Erscheinung ist durch Entfernung der zwei Schalen von einander bedingt, so dass die Breite der Endochromplatte nicht mehr deckt. Und in dem gleichen Augenblicke gewahrt man von der Gürtelbandseite aus, dass eine Theilung des Chromatophors an der schmalen, vom Pyrenoid eingenommenen Stelle erfolgt ist; es sind jetzt zwei, spiegelbildlich gleiche, mit je einem Pyrenoid versehene Chromatophoren vorhanden, die den Schalenseiten anliegen. Fig. 35. Am fixirten und gefärbten Material erkennt man weiter, dass auch die Kerne sich schon getheilt hatten, und dass aus jedem primären Tochterkern bereits ein Grosskern und ein Kleinkern hervorgegangen sind. So ist, wie die Gürtelbandansicht (Fig. 35) am besten zeigt[2]), in beiden Zellen eine völlige Längstheilung des Inhaltes eingetreten, jeder Schale liegt ein Chromatophor mit Pyrenoid, ein Grosskern und ein Kleinkern in Plasma eingebettet an, ohne dass von einer Wandbildung zwischen den Tochterzellen das Geringste zu erkennen wäre.

Auf die Aehnlichkeit der Fig. 35 mit entsprechenden Stadien von Synedra möchte ich hinweisen.

---

1) Diese Gallerthülle ist in den folgenden Figuren fortgelassen.

2) Der Deutlichkeit halber ist von der unten liegenden Zelle nur die eine Seite ausgeführt, auf der anderen nur die Schale selbst angedeutet. Der grossen Kerne wegen würde Brebissonia bestes Material für Studium der Kerntheilung etc. bei Diatomeen sein. Es lassen sich chromosomenähnliche Fäden und Vermehrung der Nucleolen wahrnehmen, doch muss ich Mittheilungen darüber einem eingehenderen Specialstudium vorbehalten.

Von der Schalenseite aus bemerkt man jetzt, dass eine Umlagerung der gefundenen Zellbestandtheile vor sich geht (Fig. 34). Die zwei Endochromplatten der beiden noch nicht geschiedenen Tochterzellen rollen sich nach entgegengesetzten Seiten der Zelle hin auf, je ein eingelagertes Pyrenoid und angelagerten Grosskern und Kleinkern mit sich führend. Auf die Aehnlichkeit der Fig. 13—17 des ersten Theiles dieser Untersuchungen sei dabei verwiesen. Schliesslich sondern sich die beiden, ihren Bestandtheilen nach lange fertig gebildeten Tochterzellen von einander, die eine bildet im oberen, die andere im unteren Theil der Zelle eine contrahirte Plasmakugel. Man würde sie, ohne Kenntniss des Zusammenhanges, als durch Quertheilung entstanden auffassen[1]). Die Schalen werden ziemlich weit von einander gedrängt, sie bleiben lediglich durch die umlagernde Gallerte in fester Lage zu einander.

Ist in beiden Mutterzellen die Längstheilung und Contraction der Theile in zwei übereinander liegende Kugeln vollendet, so treten die sich gegenüberliegenden Tochterzellen durch Vorwölbung der Plasmamassen gegeneinander in Verbindung und beide verschmelzen zu je einer Kugel (Fig. 37, 38).

Diese secundären Kugeln treten wieder ganz in den von der Gallerte freigelassenen Raum zwischen den aus einander gedrängten Schalen ein, so dass in jedem Schalenpaar eine liegt, jedes Mutterindividuum also zugleich abgebend und aufnehmend functionirte. Eine jede Kugel enthält jetzt zwei einander regelrecht gegenübergelagerte Chromatophoren mit vorgewölbtem Pyrenoid, je zwei Grosskerne mit je

1) Im Anschluss an diese Darstellung ist es nothwendig, einen Irrthum zu berichtigen, der sich bei Beobachtung und bei Wiedergabe der Theilung von Navicula peregrina (l. c. p. 288) eingeschlichen hat. Abgesehen nämlich von dem Umstande, dass Navicula peregrina zwei Chromatophoren von vorneherein besitzt, der Pyrenoide aber entbehrt, verläuft der Process der Theilung dort genau so, wie es hier eben beschrieben ist. Demnach findet also bei Navicula eine Umlagerung der Chromatophoren auf die Schalenseiten statt, unter Lockerung der Schalen theilt sich der Kern, die beiden primären Tochterkerne bilden je einen Grosskern und einen Kleinkern und die Endochromplatten werden dann von entgegengesetzten Enden her aufgerollt. Der Mangel von Gürtelbandansichten im kritischen Stadium veranlasste mich aus den früheren Figuren (l. c. Taf. VIII) 12—15 eine wirkliche Quertheilung herauszufinden. Eine kleine Navicula (43 µ), die mit peregrina sonst gut übereinstimmt, liess mich inzwischen den Irrthum erkennen. Die ihr entnommene Fig. 30a mag als Vervollständigung der Theilungsabbildungen von Navicula peregrina dienen. Darnach ergiebt sich von selber, dass auch bei N. scopulorum eine Längstheilung zur Zerlegung der Mutterzellen führt. cf. l. c. p. 292. Ueber die vorhergehende Pyrenoidverschmelzung vergl. später.

einem Nucleolus und zwei homogene, nucleolusartige Kleinkerne (Fig. 36—40). Die Streckung der somit aus wechselseitiger Copulation von vier Tochterzellen in den Mutterschalen entstandenen zwei Auxosporen erfolgt in der Längsrichtung der Mutterzellen. Die zwei Kleinkerne verschwinden sehr bald, die Grosskerne nähern sich langsam und verschmelzen zu einem einzigen Kern. Die zwei Chromatophoren strecken sich stark und lagern zunächst einander an den Längsseiten gegenüber; sie bleiben länger so erhalten als die Grosskerne. Schliesslich aber rücken sie auf eine Seite zusammen, die Pyrenoide verschmelzen mit einander und die normale Form der Endochromplatte wird wieder hergestellt. Die Auxosporenhaut ist völlig glatt (Fig. 41[1]) bis 43).

Bildung der neuen Schalen und Oeffnen der Auxosporenhäute habe ich nicht gesehen.

Der hier gegebenen Darstellung der Copulation von Brebissonia stehen die Angaben von Hauptfleisch[2]) entgegen. Er sagt: „Gewöhnlich vollzieht diese (die Sporenbildung) sich bei den gestielten Bacillariaceen in der Weise, dass einzelne — weibliche — Individuen an dem Gallertstiel sitzen bleiben und beginnen, eine Hüllgallerte auszuscheiden. Zu diesen kriechen dann andere, meist kleinere — die männlichen — Individuen hin, setzen sich mit einem ganz kurzen Gallertpfropf an das oberste Ende des Stieles an und scheiden ihrerseits Hüllgallerte aus. Die beiden Hüllgallerten fliessen darauf ineinander und es beginnt die Auxosporenbildung.“ In einer Anmerkung wird hier auf gleiches Verhalten von Cocconema Cistula, einigen Gomphonemaspecies, Achnanthes longipes hingewiesen.

Das Ansetzen der männlichen Individuen mit „kurzem Gallertpfropf“ habe ich nicht beobachtet. Die Ausscheidung von Hüllgallerte schien mir, wo immer ich den Vorgang beobachtete, erst dann zu erfolgen, wenn zwei Individuen sich zusammenlagerten. Der Stielansatz wird dabei bis an die Grenze der Hüllgallerte undeutlich, so dass z. B. Fig. 33 nicht erkennen lässt, welches der Individuen nach der Terminologie von Hauptfleisch „das weibliche“, gestielte war.

Dann heisst es weiter: „Bei Brebissonia Boeckii werfen die beiden in gemeinsamer Hüllgallerte parallel neben einander liegenden Individuen ihre Schalen ab, nachdem sich ihr Inhalt etwas contrahirt hat.

1) Die beiden Kerne und Nucleoli in Fig. 41 sind nach Beobachtungen am gefärbten Material nachgetragen.

2) Die Auxosporenbildung von Brebissonia Boeckii, Grunow etc., Separat-Abdr. a. d. Mitth. d. naturw. Vereines für Neu-Vorpommern und Rügen. 27. Jahrgang 1895 pag. 4.

Diese Inhaltskörper sind zunächst eiförmig gedrungen bis ellipsoidisch und liegen in den meisten Fällen so nebeneinander, dass eine Berührung zwischen ihnen nicht stattfindet; jedenfalls wurde eine Copulation in den ziemlich zahlreichen beobachteten Fällen nicht wahrgenommen. Jede der beiden nackten Zellen umgiebt sich dann mit einem Perizonium und wächst parallel neben der andern in die Länge."

Hier wird auf die beigedruckte Figur verwiesen. Diese zeigt zwei mit den Schalenseiten nebeneinander liegende Individuen von Hüllgallerte umgeben. Die jungen Auxosporen haben sich bereits zwischen den Schalen hervorgestreckt. Von dem Inhalt ist nur ein einheitliches Chromatophor zu erkennen. In der Figurenerklärung wird bemerkt, dass Copulation der nackten Zellen durch die dazwischen liegenden Schalen verhindert werden müsste.

Bei meinen ebenfalls „ziemlich zahlreichen" Beobachtungen ist mir nun eine Zusammenlagerung der zwei Individuen mit den Schalen gegeneinander niemals vorgekommen. Auch muss ich leider bezweifeln, dass sie in der von Hauptfleisch gezeichneten Weise sich jemals findet. Vielmehr erkläre ich mir die Figur damit, dass ein erheblicher Druck bei der Präparation angewandt ward, wodurch die zwei übereinander liegenden Individuen (etwa so gelagert, wie in meiner Figur 30a und 35) in die gezeichnete Stellung gebracht wurden. Die Wahrscheinlichkeit dieser Erklärung wird durch die auf der unteren Seite zwischen den zwei Individuen vorhandene Einbuchtung der Hüllgallerte unterstützt. Denn diese Gallerte hat stets das Bestreben, sich zu ovaler oder kugeliger Form abzurunden, dürfte also nur durch mechanische Eingriffe in die erwähnte Form gebracht sein können.

Dass Hauptfleisch eine Copulation niemals wahrnehmen konnte, ist nach seinen oben angeführten Worten sehr begreiflich, denn nach der wiedergegebenen Beschreibung hat er nur Individuen vor Augen gehabt, bei denen die Vereinigung bereits vollzogen war. Da die Verschmelzung hier wie sonst ausserordentlich rasch verläuft, ist dieses Uebersehen leicht entschuldbar.

Ob nicht auch die Auxosporenbildung von Cocconema Cistula Ehrbg. ähnlich wie bei der eben behandelten, verwandten Brebissonia verläuft, so dass den, nach meinen Erfahrungen in der Regel zuverlässigen, Angaben der Johanna Lüders[1]) gegenüber Schmitz[2]) seine eigenen

1) Joh. E. Lüders, Beobachtungen über die Organisation, Theilung und Copulation der Diatomeen. Bot. Ztg. 1862, Nr. 8, pag. 57.

2) Fr. Schmitz, Die Bildung der Auxosporen von Cocconema Cistula Ehrbg. Bot. Ztg. 1872, Nr. 14, pag. 117.

negativen, also nur bedingt beweiskräftigen Resultate zu sehr in die Wagschale fallen liess, möchte ich zunächst dahingestellt sein lassen. Selbst Frustulia saxonica ist vielleicht nicht als lückenlos bekannt zu betrachten, da die Copulation eventuell bereits vor den allein bekannt gewordenen Stadien geschehen möchte; cf. Pfitzer l. c. pag. 70 über die jüngsten Zustände, die ihm zu Gesicht kamen: „In jeder Mutterzelle hatte sich der Plasmaschlauch zu einem ellipsoidischen Körper zusammengezogen, welcher in der Mitte der Zellen lag; die Schalen derselben klafften wie die Deckel eines Buches, so dass sie sich an den äusseren Rändern noch berührten, an den einander zugewandten Seiten aber von einander geschoben waren.“ Dem Einwande, dass gerade vorher die Vereinigung der Tochterzellen stattgefunden hatte, scheint mir hier nichts entgegenzustehen.

Achnanthes longipes Ag.

De Toni, Sylloge Algarum II, 470.

Smith, Brit. Diatom. II, 26, Taf. 35 und 36.

Van Heurck, Synopsis pag. 129 Taf. 26 Fig. 13—16.

Grösse ca. 50 μ. Auxosporen ca. 145 μ. Zeit der Auxosporenbildung: Juni.

Eine der zierlichsten und im reinen Meerwasser auf anderen Pflanzen zugleich häufigsten Diatomeen, die in der Regel an langen Gallertstielen einzeln oder in Reihen verschiedenster Anzahl festsitzt. Das Gattungsmerkmal der Achnanthes Arten ist nach Pfitzer[1]): Sie besitzen „streng symmetrische Schalen, welche aber unter einander verschieden sind, indem nur eine einen Mittelknoten besitzt, so dass die Zellen nach der Theilungsebene asymmetrisch gebaut sind. Diese letztere ist dabei stets gebogen oder rechtwinkelig gebrochen, so dass wir eine concave und eine convexe Schale unterscheiden können. Die erstere ist es, welche allein einen Mittelknoten besitzt: Längslinien sind auf beiden Schalen deutlich“.

Der Stiel sitzt stets an einer Ecke der concaven unteren Schale. Die Chromatophoren unserer Species sind zahlreich, klein, scheibenförmig, im Ruhezustand rings im Umkreis der Zelle vertheilt. Ein jedes besitzt ein kleines kugeliges Pyrenoid in der Mitte[2]). Der Zellkern ist an der eingebogenen Stelle quer zur grössten Ausdehnung der Zelle orientirt aufzufinden.

---

1) l. c. pag. 85.

2) cf. Schmitz, Chromatophoren der Algen, Bonn 1882, pag. 37.

Auxosporenbildung von Achn. longipes ist von Smith[1]) und Lüders[2]) beobachtet. Letztere berichtigt Smith's Angabe dahin, dass stets zwei Mutterindividuen mitwirken; sie theilen sich in je zwei Tochterzellen, die paarweise miteinander verschmelzend zwei Auxosporen liefern.

Dieser Darstellung muss ich durchaus beipflichten.

Copulationslustige Individuen von Achn. longipes sind von den normalen Individuen der Art durch eine andere Lagerung der Chromatophoren unterschieden. Diese ziehen sich von der Oberfläche zurück und ordnen sich strahlig um den Kern an, meist so, dass ihre schmalen Kanten gegen die Gürtelbänder gekehrt sind. Sonst zeigen die Chromatophoren gar nichts Abweichendes.

Zu gestielt bleibenden (weiblichen) Individuen gesellen sich frei bewegliche (männliche) hinzu; wie die Zusammenlagerung vor sich geht, ist schwierig zu sehen.

Jedenfalls tritt in jedem der beiden Individuen eine Theilung ein, die bald quer, bald längs gerichtet zu sein scheint, bisweilen auch in noch aneinander gereihten Schwesterzellen sich bemerkbar macht. Fig. 44, 45. Eine von Querdehnung begleitete Contraction des Zellinhaltes (mit anderen Worten Abrundung) sprengt die Schalen von einander und im gleichen Momente beginnt jede der bereits getheilten nackten Mutterzellen ringsum Gallerte auszuscheiden. Fig. 45.

Die Gallerte fliesst in eine gemeinsame Kugelhülle zusammen[3]), die zwei Mutterzellen zerfallen in vier kugelig abgerundete Tochterzellen, die meist sehr schnell zu zweien paarweise zusammenfliessen. So war in Fig. 46 die Vereinigung von zwei Kugeln ungleichnamiger Herkunft unter meinen Augen erfolgt, die zwei übrigen sind noch frei.

Es schienen mir in jeder der Tochterzellen zwei Kerne vorhanden, doch habe ich keine völlige Sicherheit darüber erlangt, da die lang gestielten Gallertkugeln in der Regel beim Färben verloren gingen. In den gerade copulirten Doppelkugeln müssten also vier Kerne — vermuthlich zwei Gross- und zwei Kleinkerne sich finden. Ein einziges Mal glaube ich dies Verhalten an sehr jungen Individuen festgestellt zu

---

1) l. c. II, Tafel D, Fig. 300β. introduction. XIII.

2) l. c. pag. 59.

3) Die Gallerthülle umschliesst hier die abgeworfenen Schalen in der Regel nicht mit, wie schon Lüders angab l. c. pag. 59. Darauf dürfte es zurückzuführen sein, dass hier der Gallertstiel erhalten bleibt, während er bei Brebissonia sich in der allgemeinen Gallerthülle verliert.

haben, die aber so stark überfärbt waren, dass ich nicht ganz darüber ins Reine kommen konnte (Fig. 50). Unmittelbar darauf sind aber sicher nur zwei Grosskerne vorhanden mit je einem Nucleolus versehen (Fig. 51, 52). Auch dieses Stadium geht sehr rasch vorüber; viel früher als bei anderen bisher beobachteten Formen verschmelzen die zwei Grosskerne miteinander zu einem Kern, der dann zunächst zwei Nucleolen aufweist. Häufig nimmt hier die Verschmelzung die Form an, dass von den zwei nebeneinander gelagerten Kernen der eine unter ständiger Grössenzunahme den andern aufsaugt. Fig. 51—54. Gleichzeitig strecken sich die zwei immer noch von ihrer Gallerthülle umgebenen Auxosporen in einer Richtung, die um 90° von der Längsrichtung der Mutterzellen abweicht (Fig. 48, 54, 55).

Auf der Auxosporenmembran treten weitgestellte Querringelungen auf, die schon Lüders und Smith erwähnen. Auch ist die Form der älteren Auxosporen bereits derjenigen fertiger Achnantes-Individuen entsprechend mit concaver Innenseite und convexer Aussenseite versehen. Fig. 55. Aeltere Stadien sah ich nicht, doch beginnt in Fig. 55 das linke Individuum bereits die concave Schale zu bilden.

Hier mag noch eine Beobachtung Platz finden, die später event. verwerthet werden könnte. Am 9. Juni eingebrachtes Material von A. longipes zeigte alle Merkmale bald bevorstehender Copulation. Um bei der abnormen Wärme die Algen besser zu erhalten, setzte ich die Kulturgefässe in grössere Behälter, die mit frischem Wasser gefüllt zur Abkühlung der Culturen dienen sollten. Das Resultat war ein unerwartetes. Statt der Auxosporenanfänge, die ich am nächsten Morgen mit Sicherheit glaubte erwarten zu dürfen, fanden sich bei weitem die meisten Individuen wieder im normalen Zustande mit oberflächlich vertheilten Endochromplatten; also weiter von der Copulation entfernt als Tags vorher.

Offenbar sind diese Küsten bewohnenden Formen an hohe Wassertemperatur angepasst, ja bedürfen ihrer zur Auxosporenbildung; eine plötzliche Abkühlung auch nur um wenige Grade ist diesem Akte hinderlich.

Uebrigens gehört Achnanthes longipes zu den Formen, die auch nach längerer Cultur noch zur Entwickelung von Auxosporen neigen, besonders dann, wenn etwas frisches Material den älteren Culturen hie und da zugeführt wird.

Achnanthes brevipes Ag.

De Toni, Sylloge II. 471.

Smith, Brit. Diatom. II. p. 27 Taf. 37 Fig. 301.

Van Heurck, Synopsis p. 129 Taf. XXVI Fig. 10—12.

Grösse 38—42 μ. Auxosporen 99—112 μ.

Auxosporenbildung im Juni.

Die Symmetrieverhältnisse der Schalen sind genau die gleichen wie bei Achn. longipes. Auf Unterschiede der Schalenzeichnung gehe ich nicht ein.

Abweichend sind die Chromatophoren (Fig. 60).[1] Die Gürtelbandansicht zeigt in jeder Zelle zwei flache Endochromplatten mit centralem Pyrenoid. Der Zellkern liegt in der Mitte der Zelle in der Einknickung. Eine Ausrandung der Chromatophoren lässt ihn frei sichtbar werden. Auch an der Aussenseite sind solche Ausrandungen zu sehen (Fig. 60 a). Aus der Schalenansicht Fig. 60 b ersieht man, dass diese Endochromplatten aus zwei den Gürtelbändern flach anliegenden gleichen Theilen bestehen, die in der Mitte durch ein fast farbloses Pyrenoid zusammengehalten werden.

Leider fehlen mir gerade die wichtigen jüngeren Stadien der Auxosporenbildung für diese Form. Fig. 56 und 23, 24 zeigen bereits zwei mehr oder weniger kugelige Gebilde von gemeinsamer Gallerthülle umschlossen. Die Schalen bleiben auch hier ausserhalb der Gallerthülle, doch haften sie daran. Die jungen Zellen Fig. 23 und 24 führen je vier der beschriebenen Chromatophoren, deren paarweise Verbindung durch das Pyrenoid besonders in Fig. 23 deutlich ist. Ausserdem sind zwei der Grösse nach oft etwas verschiedene Kerne in den Zellen enthalten, deren Gleichwerthigkeit aber durch die verschieden weit durchgeführte Verschmelzung dargethan wird. In Fig. 56 konnten die Chromatophoren nicht völlig eingetragen werden, da sie sich gegenseitig deckten, doch sieht man den grossen Kern mit Nucleolus sehr deutlich. Am lebenden Object war nichts weiters wahrnehmbar.

Nach dem, was Achn. longipes zeigte, nehme ich daher hier unter Vorbehalt späterer Nachprüfung an, dass die beschriebenen jungen Zellen zwei Auxosporen darstellen, die durch paarweise Copulation aus den vier Tochterzellen zweier zusammentretender Mutterindividuen entstanden. Ob Kleinkerne gebildet waren, bleibt unentschieden. Dagegen ist deutlich, dass die Chromatophoren in je zwei

---

1) Bereits Schmitz, Chromatophoren der Algen pag. 38 erwähnt diese Verschiedenheit der Achnanthes-Chromatophoren. Fig. 60 bezieht sich freilich auf A. subsessilis, doch sind die Chromatophoren beider Arten übereinstimmend gebaut.

Hälften zerfielen, so dass in jeder Auxospore wieder vier zusammen kamen, deren jedes aus zwei durch Pyrenoid verbundenen flachen Scheiben besteht.

Jedenfalls aber, und darauf kommt es hier wesentlich an, ist einwandfrei, schon durch die Zahl der zugehörigen Schalen (Fig. 56) nachgewiesen, dass zwei Mutterzellen bei Bildung dieser Auxosporen betheiligt waren. Die Streckung der Auxosporen tritt in der Richtung rechtwinkelig zu den Mutterindividuen ein.

Dass in der weiteren Entwickelung die Kerne der jungen Auxospore in einem einzigen aufgehen würden, war schon durch die bisher verfolgten Figuren erwiesen. Das Hauptinteresse nehmen daher jetzt die Chromatophoren in Anspruch, da man hier, gegenüber der nahe verwandten Achn. longipes mit ihren zahlreichen, bei der Auxosporenbildung unbeeinflussten Endochromplatten eine Form mit fest bestimmter Zahl solcher Endochromplatten vor sich hat.

In den Figuren 57—59 und 25—28 kann man nun an den stets grösser werdenden und stets gepaarten Auxosporen, die eine deutliche, ziemlich weit gestellte Ringelung des Perizoniums wahrnehmen lassen, erkennen, dass zunächst alle vier Chromatophoren sich gleichmässig ausdehnen; bald sieht man sie von der Fläche mit centralem Pyrenoid, bald von der hohen Kante, so dass die vom Pyrenoid zusammengehaltenen zwei Scheiben deutlich werden. Alle sind in der Längsrichtung der Auxospore in einer Reihe angeordnet. Die Fig. 25 könnte auf ein noch nachträgliches Auftreten der Kleinkerne hinweisen, doch kann darüber erst nach Kenntniss jüngerer Stadien geurtheilt werden.

Deutlich ist dagegen, dass die Ausmerzung der zwei überflüssigen Chromatophoren in zwei verschiedenen Weisen statthat. Fig. 27 und Fig. 59 zeigen übereinstimmend, dass die zwei inneren Chromatophoren, d. h. die dem Kern benachbarten Endochromplatten, rückgebildet werden, sich im Plasma langsam auflösen und schwinden, während die übrig bleibenden entsprechend an Grösse zunehmen und den Raum ausfüllen. Fig. 26 und Fig. 58 aber beweisen durch ihre Uebereinstimmung wiederum, dass auch der andere Weg zur Reduction der Chromatophorenzahl gangbar ist, dass nämlich je zwei auf der gleichen Kernseite gelegene miteinander zu einer Endochromplatte verschmelzen, die vorerst noch zwei Pyrenoide führt; auch deren Anzahl erfährt bald die entsprechende Reduction.

Innerhalb der Auxosporenhaut haben sich inzwischen um den contrahirten Inhalt die Schalen gebildet, die eine weit engere

Ringelung aufweisen (Fig. 28, 59). Wie die jungen Individuen aus den Auxosporen austreten, habe ich nicht verfolgen können.

Achnanthes subsessilis Ktzg.

De Toni, Sylloge II. 473.

Smith, Brit. Diatom. II. pag 27 Taf. 37 Fig. 302.

Van Heurck, Synopsis pag. 129 Taf. 26 Fig. 21—24.

Grösse 31—46 μ. Auxosporenbildung Mitte bis Ende Juli.

Diese Art (Fig. 60) ist der vorhergehenden so auffallend ähnlich, dass man leicht versucht sein möchte, beide in eine Species zusammenzuziehen. Jedoch bietet ausser den kleineren, an den Eingangs angeführten Orten zu vergleichenden Unterschieden die Art der Auxosporenbildung ein beträchtliches Unterscheidungsmerkmal. Der Vorgang ist hier bereits von Lüders[1]) beobachtet und hat wohl hauptsächlich mit zu dem Misstrauen beigetragen, welches ihren Untersuchungen lange Zeit entgegengebracht worden ist.

Nachdem ich die Auxosporenbildung von Achn. brevipes im Wesentlichen fertig beobachtet hatte, fiel mir Material in die Hand, das zur gleichen Art gehörig erschien, und von dem ich die gewünschte Vervollständigung meiner Beobachtungen erhoffte. Erst das völlig abweichende Verhalten machte mir klar, dass ich nicht Achn. brevipes, sondern die wirklich zu unterscheidende Achn. subsessilis vor mir hatte.

Auch in der Lebensweise stimmt Achn. subsessilis mit brevipes insoferne überein, als beide Formen mehr vereinzelt oder in kürzeren Reihen unter anderen Algen, besonders Cladophora-Arten und Cyanophyceenmassen, vorkommen; niemals sah ich beide reiche Rasen oder überhaupt geschlossene Bestände bilden, wie Achn. longipes zu thun pflegt. Charakteristisch ist für Achn. subsessilis die häufige Schalenbildung um das gleiche, ungetheilte Individuum, ohne dass damit ein Ruhezustand verbunden wäre. Schon Smith bildet ein derartiges Individuum ab[2]). Besonders beachtenswerth scheint mir dabei zu sein, dass niemals die Form der Schalen von aussen nach innen stets flacher wird und besonders, dass die beiden Schalen offenbar unabhängig gebildet werden können; so zeigt die betreffende Figur bei Smith drei obere convexe und sechs untere concave Schalen, meine Figur drei obere und zwei untere.

---

1) l. c. pag. 60 Fig. 8a—g.

2) l. c. Taf. 38 Fig. 302*.

Meine Beobachtungen der Auxosporenbildung reichen hier leider nicht sehr weit.

Die Individuen sind stets einzeln betheiligt; wird ein solches betroffen, das einer zusammenhängenden Reihe angehört, so bleiben die übrigen ganz unverändert.

Der Zellinhalt theilt sich in zwei völlig gesonderte Zellen, deren jede sich mit einer Haut bekleidet. Jede führt einen Zellkern und in der Regel zwei Chromatophoren, die denen von Achn. brevipes völlig gleichgestaltet sind, also aus zwei durch Pyrenoid verbundenen Platten bestehen (Fig. 61). Seltener waren die primären Endochromplatten bei der Theilung noch unverändert geblieben, so dass jeder Tochterzelle nur ein Chromatophor zukam (Fig. 29).

Später findet man in- oder ausserhalb der durch Ausdehnung des Inhaltes gesprengten Schalen stets nur eine vollkommene Kugel vor (Fig. 62), die in gemessenen Fällen etwa 25 μ im Durchmesser aufwies. Die Verschmelzung selbst habe ich nicht gesehen. Ihre Haut ist weich, unverkieselt und schrumpft bei Tödtung der Zelle stark zusammen. Der Inhalt bestand aus vier den vorher beschriebenen gleichgestalteten Chromatophoren und ein bis zwei Kernen, soweit am lebenden Object zu beobachten war. In einem der seltenen Fälle, die mir nach der Färbung zu Gesicht kamen, war die gerade erfolgende Verschmelzung von zwei mit Nucleolus versehenen Kernen deutlich (Fig. 30).

Da nämlich keinerlei Gallerte die Kugeln an ihre Mutterschalen oder das Substrat befestigte, so war trotz grösster Vorsicht ein Fortschwemmen der winzigen Kügelchen nur selten zu vermeiden.

Diese Kugeln beobachtete ich einige Tage, ohne irgend eine Veränderung wahrnehmen zu können. Eine in gesondertem feuchtem Raume auf waagerecht liegendem Objectträger durchgeführte Kultur einiger solcher Kugeln hatte nur das eine Resultat, dass sich nach 48 Stunden um einzelne derselben eine zarte, quergestrichelte Kieselhaut bildete. Die Querstriche setzten an einen Längsstrich an, so dass das ganze etwa einer unter abweichenden Verhältnissen gebildeten convexen Oberschale von Achnanthes ähnlich sah (Fig. 63).

Nach weiteren 24 Stunden fanden sich die meisten der Kugeln noch unverändert und lebendig vor. Nur in einem Falle waren zwei Tags vorher noch nackte Kugelzellen zusammengerathen. Sie hatten sich deutlich an einander abgeplattet und schienen verschmolzen, um beide war eine ganz fein quergestrichelte, einheitliche, aber unregelmässig geformte Schale gebildet. Nach Anwendung von Reagentien,

die der Kultur ein Ende machten, zeigte sich aber, dass die beiden Zellen völlig frei neben einander lagen, jede von ihrer Haut umgeben; die gemeinsame Schale freilich blieb vorhanden.

Wodurch dieses offenbar abnorme Verhalten der jungen Auxosporen bedingt war, konnte ich nicht ausfindig machen.

Soweit meine Beobachtungen reichen, stimmen sie mit den Angaben von Lüders ziemlich gut überein. Doch waren ihre Individuen auf Gallertstielen befestigt und entwickelten je eine Auxospore, die den entsprechenden Bildungen der anderen Achnanthes-Formen sehr ähnlich sah.

Bei der Unvollkommenheit meiner Beobachtungen bin ich nur dadurch veranlasst, sie hier anzufügen, dass mir selber bei Beobachtung von Achn. brevipes Zweifel an der Correctheit der Lüders'schen Angaben betreffs Achn. subsessilis aufstiegen. Die angeführten, wenn auch sehr vervollständigungsbedürftigen Thatsachen reichen zur Unterscheidung beider Formen und Beseitigung der Zweifel völlig hin. Sobald die geeignete Zeit wiederkehrt, werde ich versuchen, die bisher gebliebenen Lücken auszufüllen.

Ohne einem späteren, hoffentlich auf breitere Grundlage gestellten Urtheile vorgreifen zu wollen, glaube ich schon jetzt einige Resultate aus meinen „Untersuchungen“ ziehen zu dürfen.

Es scheint in allen Fällen die Auxosporenbildung eine modificirte (Längs-)Theilung zu sein, die sich im einfachsten Fall, bei Synedra, nur dadurch von allen übrigen Theilungen unterscheidet, dass die alten, kleinen Schalen abgeworfen werden, und dass je in einer besonderen Hülle, dem Perizonium, starkes Wachsthum der beiden Tochterzellen und darauf Neubildung der Schalen stattfindet.

Bevor aber noch dieser, hier auf eine kurze Zeit zusammengedrängte jährliche (oder ev. $^1/_4$-, $^1/_2$- etc. jährige) Wachsthumsprocess abgelaufen ist, theilt sich der Kern jeder jungen Synedrazelle und kurze Zeit darauf verschmelzen beide Kerne wiederum mit einander. Die beiden Tochterkerne sind gleich.[1])

Bei der einfachen Organisation des Plasmaleibes unserer Pflanzen stehe ich nicht an, diese Kernverschmelzung als den einfachsten Fall einer Copulation zu bezeichnen. Es wäre hier verwirklicht, dass in einheitlicher Plasmamasse die sexuelle Differenz auf die Kerne allein beschränkt ist. Freilich scheint gerade das zu fehlen, was

1) Dass dieser ganze Vorgang bei S. affinis in Rückbildung begriffen ist, geht aus der gegebenen Darstellung hervor.

man[1]) als erstes Erforderniss für Sexualkerne wohl bezeichnet hat, doch mag dem gegenüber daran erinnert sein, dass nach Beobachtungen von de Bary[2]) bei den Desmidieen, für deren nahe Zusammengehörigkeit mit den Diatomeen sich mehr und mehr Anzeichen einstellen, vielfach Schwesterzellen copuliren, während ihm „in allen Fällen[3]) die copulirenden Zellen ihrer Abkunft nach in naher Verwandtschaft“ zu stehen schienen.

Aber man mag diese Kerntheilung und Wiedervereinigung betrachten wie man will, sie ist von grosser Wichtigkeit für unser Verständniss der complicirteren Vorgänge, wie sie durch Klebahn's und meine Untersuchungen für Navicula, Epithemia, Brebissonia bekannt geworden sind. Auch hier tritt eine Längstheilung der Mutterzelle ein. Die bei Synedra weit später folgende Kerntheilung in den Tochterzellen folgt hier direct auf die Zerlegung des Mutterindividuums. Die Producte jedoch sind ungleichwerthig: „Grosskern“ und reducirter „Kleinkern“, der spurlos früher oder später im Plasma verschwindet.

Bedingt wird diese Reduction dadurch, dass an Stelle der Kernverschmelzung innerhalb einer und derselben Tochterzelle die wechselseitige Copulation der Tochterzellen zweier zusammengelagerter Individuen trat. Damit war die Bildung zweier Sexualkerne in jeder Tochterzelle überflüssig geworden, der eine verkümmerte zum „Kleinkern“. In den verschiedenen untersuchten Formen ist die Reduction mehr oder weniger weit gediehen, am weitesten wohl bei Achnanthes longipes und brevipes. Denn es erscheint mir völlig zweifellos, dass diese Arten gänzlich dem Schema der Naviculeen und Cymbelleen folgen, nur sind die Kleinkerne nicht mehr oder doch nur in den jüngsten Stadien der Auxosporen nachzuweisen. Auch bei einer Amphora, die ich mit A. salina Smith. identificiren zu müssen glaube, waren die Kleinkerne frühe verschwunden. Den im Theil I besprochenen Libellus constrictus halte ich für einen aus dem Naviculeentypus abzuleitenden Fall mit in Rückbildung begriffener Sexualität. Hier wäre event. auch Frustulia anzureihen, doch ist eine weitere Aufklärung derartiger Formen, besonders des Verhaltens ihrer Kernes dringend nothwendig.

1) cf. Strasburger E., Ueber periodische Reduction der Chromosomenzahl im Entwickelungsgang der Organismen. Biolog. Centralblatt 1894 pag. 864. Mangels des Originalaufsatzes citirt nach G. Poirault et M. Raciborski. Sur les noyaux des Urédinées. Journal de Botanique. 9e année pag. 20 des Separatabzuges „que ces noyaux aient une origine différente“.

2) Conjugaten, pag. 48.

3) Nur hier, nicht im Original, hervorgehoben.

Diese Rückführung der Kleinkerne auf die bei Synedra nachgewiesenen zweiten (Sexual-)Kerne scheint mir z. Z. nicht nur die nächst liegende, sondern geradezu die einzig mögliche Lösung zu sein. In wie weit für Closterium und Cosmarium[1]) hier eine Anlehnung gefunden werden kann, mag vorerst unerörtert bleiben.

Ein wichtiges Zwischenglied der Auxosporenbildungsweise liefert Achnanthes subsessilis, die aus einzelnem Mutterindividuum zwei mit einander copulirende Tochterzellen bildet. Auch hier werden voraussichtlich Kleinkerne zur Entwickelung kommen, die aber in meinem unzureichenden Material nicht zur Beobachtung gelangten.

Weitere Beobachtungen werden entscheiden müssen, ob die hier dargelegte Anschauung von der Entwickelungsreihe der Diatomeenauxosporen allgemeiner giltig ist, oder ob sich besseres an ihre Stelle setzen lässt[2]). Eine überaus grosse Zahl von Gattungen ist ja bisher in ihrer Sporenbildung noch ganz unbekannt geblieben, so dass von weiteren Forschungen vielleicht wesentliche Aufklärung erwartet werden darf.

Von anderen Fragen würde die Structur der Kerne Beachtung verdienen, doch müssen eingehendere Untersuchungen darüber mehr Klarheit schaffen.

Von hohem Interesse ist das verschiedenartige Verhalten der Chromatophoren, ihre offenbar von der unbestimmten grösseren oder fest bestimmten geringeren Anzahl abhängige, sehr geringe oder sehr eingreifende Betheiligung an der Zelltheilung; die Zurechtlagerung der Chromatophoren in den Tochterindividuen und die auf zweierlei verschiedene Art stattfindende Wiederherstellung der den betreffenden Arten eigenen Anzahl; endlich die sicher festgestellte Theilung und Wiedervereinigung der Pyrenoide.

---

1) Klebahn H. Studien über Zygoten I. Die Keimung von Closterium und Cosmarium. Pringsheim's Jahrb. f. w. Bot. 22, 415 ff. 1891.

2) Man könnte einwenden, dass, schon Melosira (cf. Pfitzer l. c. pag. 130) und die Planktondiatomeen dem Schema einzufügen, unmöglich sein würde. Vorläufige Untersuchungen an Melosira nummuloides liessen mich zur entgegengesetzten Annahme gelangen. Den Arbeiten von Schütt über die Auxosporenbildung der verschiedenen Planktondiatomeen lässt sich leider über das freilich nur mit Hilfe von Färbung festzustellende Verhalten der Kerne nichts entnehmen. cf. Auxosporenbildung von Rhizosolenia. Vorl. Mitthlg. Ber. d. D. bot. Ges. 1886, pag. 8. Auxosporenbildung der Gattung Chaetoceros. Ber. d. D. bot. Ges. 1889, pag. 361. Wechselbeziehungen zwischen Morphologie, Biologie, Entwickelungsgeschichte und Systematik der Diatomeen. Ber. d. D. bot. Ges. 1893, pag. 563.

Wichtig wäre die Bestätigung oder Widerlegung des anscheinend verschiedenartigen Verhaltens der pyrenoidlosen Chromatophoren (von Navicula peregrina) und der pyrenoidhaltigen (von Navicula scopulorum).

Die Artbegrenzung wird vielleicht bei genauen Messungen der Mutterindividuen und ihrer Auxosporen vielfach sich ändern müssen, da die Formen offenbar in viel weiteren Grenzen schwanken, als nach den Maassangaben bei Smith, van Heurck etc. anzunehmen sein würde. Dieser Frage, wie der Gallertstielbildung und anderen biologisch wichtigen Einzelheiten soll künftig nebenbei grössere Aufmerksamkeit zugewandt werden.

Das schon aus früheren Angaben[1]) bekannte, strenge Einhalten einer bestimmten, einmal (bis mehrmals) im Jahre wiederkehrenden Zeit für die Auxosporenbildung jeder Form habe ich sehr auffällig gefunden (cf. Brebissonia). Noch merkwürdiger aber ist, dass alle Formen, soweit ich bisher sehe, kurze Zeit nach Ueberschreitung dieses Höhepunktes ihrer Entwickelung plötzlich und fast spurlos verschwinden. Wo bleiben z. B. die ungezählten Schaaren der Schizonemen, die im Frühjahr dicke, flutende Massen im Meere bilden? Sie verschwinden schneller noch, als sie kamen.

Es liegen auch hierin Fragen, deren Beantwortung erst uns genügenden Einblick in die Entwickelung der Diatomeen gewähren und ihre Bedeutung als Bildner organischer Masse klar stellen würde.

Kiel, 31. Juli 1896.

Figuren-Erklärung.

Tafel 1. Figur 1—22. Synedra affinis Ktzg.
23—28. Achnanthes brevipes Ag.
29—30. Achnanthes subsessilis Ktzg.
30a. Navicula peregrina Ktzg. (var?)
Tafel 2. Figur 31—43. Brebissonia Boeckii Grun.
44—55. Achnanthes longipes Ag.
56—59. Achnanthes brevipes Ag.
60—63. Achnanthes subsessilis Ktzg.
(60b. schematisch.)

Figur 1—3, 9, 11, 14—20, 23—30a, 34, 38, 40, 50—54 1000:1.
Figur 4—8, 12, 13, 21, 22 500:1. Figur 10 250:1.
Figur 31—33, 35—37, 39, 41—49, 55—63 490:1.

Die Verhältnisszahlen geben die Vergrösserung an, mit der die Zeichnung entworfen ist. Durch Reduction aller Figuren auf die halbe Grösse ist der Umfang in jedem Fall auf die Hälfte herabgemindert, was bei dem ersten Theil der Untersuchungen ebenfalls geschehen, aber versehentlich nicht erwähnt worden war.

Im übrigen geben auch hier die colorirten Figuren die an lebenden Objecten gemachten Beobachtungen wieder.

---

1) cf. Schütt, Rhizosolenia l. c.

Ueber das Verhalten des Kalkoxalats beim Wachsen der Organe.

Von
Gregor Kraus.

Obwohl seit einer Reihe von Jahren die Löslichkeit und Wiederaufnahme des ausgeschiedenen oxalsauren Kalks in den Stoffwechsel darzulegen versucht worden ist, hat sich doch in den Lehrbüchern ganz allgemein der Satz erhalten, das Kalkoxalat sei ein „Auswurfsproduct“, ein „Excret“ der Pflanze.

Die Hartnäckigkeit dieses alten Axioms hat ihren Grund nicht bloss darin, dass nach den gewöhnlich maassgebenden mikroskopischen Erfahrungen eine Lösung des Oxalats in den Zellsäften unmöglich erscheint, es waren auch die angeführten Thatsachen nicht darnach angethan, die hergebrachte Ansicht zu erschüttern.

Denn in den bestbegründeten Fällen, wenn die Krystalle aus den Zellen, in denen sie lagen, wirklich vollständig verschwanden, handelte es sich immer um ganz vereinzelte, lokale Vorkommnisse, die bei den Stoffwechselvorgängen im Grossen keine Rolle spielen; wo aber die Verwendung des Oxalats bei allgemeinen Vegetationsvorgängen behauptet wurde, da fehlte, wie geneigt man auch in einzelnen Fällen den vorgebrachten Gründen sein mochte, der Beweis, der allein unumstösslich ist, die quantitative chemische Analyse.

Dieser lässt sich freilich nur da bringen, wo grössere Mengen von Krystallen, die gemeinschaftlichen Ursprung und eventuell gemeinschaftliche Bedeutung haben, vorkommen. Fälle dieser Art sind nicht häufig. Ich glaube, gewisse Rhizome, die Innenrinde unserer Baumzweige gehören hieher.

An solchen habe ich im Nachfolgenden versucht, durch wirkliche makrochemische Analyse — möglichste Reingewinnung des Oxalats und Titration desselben mit Chamaeleon — die Wandelbarkeit und Wiederverwendung des oxalsauren Kalkes im Lebensprocess der Pflanze darzuthun.

I. Verhalten des Oxalats in den austreibenden Stöcken von Rumex obtusifolius.

Als ich nach passendem Untersuchungsmaterial für das Verhalten des Oxalats beim Austreiben von Wurzelstöcken suchte, hatte ich zuerst an das überaus oxalatreiche Rheum gedacht. Quantitativ war der Gehalt an Kalkoxalat durch Flückiger bei einer Canton-Rhabarber zu 7,3 % ermittelt worden (Pharmacogn. I. Aufl. 213). Ich selber machte von zwei verschie-

denen Wurzelstöcken des Rheum undulatum (aus dem hiesigen Garten) Bestimmungen und fand einmal 9,24, das anderemal 6,41 %, was im Mittel 7,84 % geben würde.

Allein bei diesen Vorproben hatte ich auch erfahren, dass die Gewinnung und Grunddarstellung des Oxalats durch die bekannten andern Rheumbestandtheile überaus erschwert wird. Auch nach vorhergehender längerer Behandlung mit Wasser erhält man im HCl-Extract dicke braune Lösungen, aus denen sich das Oxalat nicht so reinlich abscheiden lässt, als es für die Titration nöthig war.

Ungleich besser erwies sich der zwar an Oxalat weniger reiche Rumex obtusifolius, der sich auch noch dadurch empfahl, dass ich denselben an verschiedenen Stellen des Gartens in grossen Mengen und gleichmässig entwickelt, wildwachsend, zur Hand hatte. Sind die Wurzelstöcke der Pflanze auch kleiner als bei Rheum, so sind sie der Regel nach viel gleichmässiger gewachsen und daher leichter unter einander vergleichbar. Der Oxalatgehalt beträgt, wie unten zu ersehen, immerhin einige Procent der Trockensubstanz, ist also für Analysen und zu erwartende Differenzen ausreichend hoch. Die Krystalle sind durchweg Drusen, liegen im Parenchym der Rinde, des Markes und der Markstrahlen in so völlig gleicher Art ausgebildet und vertheilt, dass sie anscheinend auch einerlei Abkunft sind und eventuell dieselbe Bestimmung haben.

Anfänglich machte ich Versuche mit natürlich gewachsenem, in der Wiese stehendem Rumex und verglich den Oxalatgehalt an möglichst gleichen Wurzelstöcken, Ende April, als die Pflanzen nur Blattrosetten hatten, und Ende Mai, als hohe Blüthenstengel vorhanden waren.

Die Resultate, welche ich erhielt, waren nicht durchschlagend. Zwar zeigten die ausgetriebenen Stöcke eine Abnahme des Oxalats, doch war dieselbe sehr gering und, wie mir scheint, nicht sicher ausser der Fehlergrenze gelegen. Nur in einem Falle, wo sehr starke und oxalatreiche Stöcke zur Verwendung kamen, zeigte sich ein prägnanter Unterschied.

Ein paar Beispiele mögen zur Illustration dienen:

Versuche vom 28. April bis 21. Mai.

	Volum. d. Wurzelstock.	Trockengew.	per ccm	Oxalat	per ccm
I. Contr.	41 cm	10,2	0,25	0,302	0,0074
Versuch	34	6,3	0,18	0,222	0,0065
II. Contr.	87,5	22,3	0,25	1,728	0,020
Versuch	97,0	17,4	0,18	1,512	0,016

Jedenfalls schien es erwünscht, über das Verhalten des Oxalats noch weitere Aufklärung zu suchen, und ich glaubte, bessere zu erhalten, wenn

die Stoffwechselvorgänge noch energischer angeregt würden. Diese lassen sich im Allgemeinen auf das Höchste steigern und der Stoffverbrauch auf das Aeusserste treiben, wenn der Pflanze die Assimilation abgeschnitten wird — also durch Dunkelculturen. Es musste womöglich aber auch die Inanspruchnahme des Kalkoxalats im Besondern ins Auge gefasst werden.

Wir wissen zwar zur Zeit nicht, ob es bei einer eventuellen Reactivirung des Kalkoxalats für die Pflanze mehr auf die Oxalsäure oder auf den Kalk ankommt; aber sicher ist zur Zeit nur die eine Componente, nämlich der Kalk, einer experimentellen Behandlung zugänglich. Würde es der Pflanze auf den Kalk im Oxalat ankommen, so brauchte man dieselbe nur in Kalkhunger zu versetzen, d. h. dem Nährboden den Kalk zu nehmen, um eine entscheidende Antwort zu erhalten.

Ich cultivirte also ausgegrabene Rumexstöcke in völliger Dunkelheit (im Warmhaus) und in zweierlei Boden; einmal in völlig rein hergestelltem Kies, kalkfrei, und zweitens in dem gleichen Kiesboden, dem massenhaft Kreidestückchen zugesetzt waren. Die kalkfreie Cultur wurde mit destillirtem Wasser, die Kalkcultur mit dem kalkreichen Halle'schen Wasserleitungswasser begossen. Beide Culturen gediehen neben einander gleich gut.

Das analytische Resultat war überaus befriedigend und so schlagend wie möglich. Die zwei Culturreihen, die am Schluss zusammengestellt sind, zeigen:

1. Bei der Cultur im Dunkeln nimmt, wie immer, die Trockensubstanz (organische Reservestoffe) in den Rhizomen sehr bedeutend ab.

2. *Findet die Pflanze im Boden Kalk vor, so ist neben dieser gewaltigen Abnahme von Baustoffen entweder gar keine Abnahme an Oxalat oder sogar eine Zunahme an solchem zu verzeichnen.*

3. *Wird die Pflanze aber kalkfrei gezogen, so nimmt das Oxalat sehr ansehnlich ab, unter Umständen ganz wie die übrigen Reservestoffe.*

4. *Das Oxalat hat unter diesen Verhältnissen offenbar die Aufgabe übernommen, den nothwendigen Kalk für die Entwickelung der oberirdischen Theile zu liefern.*

5. Zweifellos, so werden wir schliessen dürfen, wird auch im normalen Vegetationsprocess der Pflanze je nach Bedürfniss Kalkoxalat wieder gelöst und in den Stoffwechsel gezogen werden. Es kann das Oxalat, wenn nöthig, wieder „Baustoff" werden. Es ist also hier keineswegs schlechthin „Excret", „Auswurfsstoff".

1. Dunkelversuche mit Rumex obtusifolius vom 18. März bis 15. Mai.

	Object	Dimensionen	Volumen in ccm	Trockengew.	im ccm [1])	Oxalat	im ccm
1. Kalkcultur							
a) Controlle	1 Wurzel	17,5 lang, 1,5 dick	23,0	6,432	0,279	0,378	0,016
b) Versuch	„	17,0 „ 1,7 „	28,0	4,243	0,151	0,864	**0,031**
2. Kalkcultur							
a) Controlle	„	18,5 und 1,0	12,0	4,378	0,364	0,291	0,024
b) Versuch	„	18,0 und 1,0	13,0	2,011	0,155	0,334	**0,026**
3. Kiescultur							
a) Controlle	„	10,0 und 1,5	21,5	6,845	0,319	0,605	0,028
b) Versuch	„	10,5 und 1,5	22,0	4,712	0,214	0,378	**0,017**

Die Trockensubstanz hat überall abgenommen; in der Kalkcultur hat der Kalk zu-, in der Kiescultur abgenommen.

2. Rumex-Culturen, im Dunkeln, vom 10. November 1890 bis 13. Januar 1891.

Am 10. November ausgegrabene mit frischer Blattrosette versehene Stöcke werden paarweise möglichst gleich ausgewählt. Die eine Hälfte wird als Controlle sofort von Blättern, Korkschichte, kleinen Nebenwurzeln befreit und, nachdem das Volum festgestellt, getrocknet.

Die andere wird (numerirt) in Töpfe gepflanzt und im Dunkeln im Vermehrungshause getrieben. Sie entwickeln Stengel und reichlich Blätter, beide normal etiolirt.

Ein Theil kommt in reinen, öfter gewaschenen Kies und wird mit destillirtem Wasser begossen. Für einen andern Theil wird der gleiche Kies mit einer ansehnlichen Menge reiner Kreide gemengt und für diese unser kalkreiches Leitungswasser zum Begiessen genommen. — Nach dem Versuch gleiche Behandlung wie die Controlle.

1) Lebender Substanz.

A. Kies- (kalkfreie) Cultur.

	Object	Länge	Volum	Trocken-gew.	im ccm	Abnahme an Gew.	Oxalat	im ccm	% im Trockengew.
I. a) Controlle	2 Wurzeln	12 und 15 cm	25 ccm	9,0	0,36	—	0,286	0,0114	3,18 %
b) Versuch	"	13 und 20 cm	40	8,83	0,221	38,6 %	0,313	0,007	
II. a) Controlle	1 Wurzel	36,0	30	11,6	0,38	—	0,410	0,0136	3,53
b) Versuch	1,5 cm dick	36,0	40	12,03	0,30	21,05	0,338	0,0097	
III. a) Controlle	1 Wurzel	41,0	36	15,0	0,41	—	0,454	0,0127	3,03
b) Versuch	ähnlich w. II.	30,0	40	13,69	0,342	16,59	0,399	0,009	
IV. a) Controlle	1 Wurzel	27,0	32	13,6	0,42	—	0,370	0,0116	2,71
b) Versuch	etwa fingerdick	23,0	36	11,84	0,33	21,43	0,315	0,0089	
V. a) Controlle	2 kleine finger-	18 u. 11 cm	30	10,55	0,35	—	0,315	0,0105	3,0
b) Versuch	dicke Wurzeln	18 u. 10 cm	30	8,77	0,292	19,43	0,290	0,0093	

Die Trockensubstanz hat im Mittel 22,87 %, das Oxalat 26,1 % abgenommen.

B. Cultur in Kalkboden.

	Object	Länge	Volum	Trockengew.	im ccm	Abnahme an Gew.	Oxalat	im ccm	% in Trockens.
I. a) Controlle	1 Wurzel	13,5	22	8,6	0,39	—	0,250	0,011	2,91
b) Versuch	fingerstark	15,0	27	7,10	0,26	33,34	0,290	0,013	
II. a) Controlle	Wurzel	13,5	42,0	12,3	0,29	—	0,432	0,0103	3,51
b) Versuch	daumenstark	13,5	37,0	10,83	0,29	—	0,389	0,0105	
III. a) Controlle	Wurzel	15,5	25,0	8,6	0,340	—	0,275	0,011	3,2
b) Versuch	fingerdick	14,5	38,0	13,04	0,343	—	0,360	0,009	
IV. a) Controlle	wie	11,0	27,0	10,1	0,39	—	0,260	0,0096	2,5
b) Versuch	vorige	15,0	28,0	6,08	0,217	44,36	0,330	0,0118	

Die Trockensubstanz zeigt zweimal Abnahme, zweimal nicht. Das Oxalat hat sich zumeist, bald mehr, bald weniger, vermehrt.

II. Das Oxalat in den Strauch- und Baumrinden.

Dass die Rinde, ganz besondere die secundäre der Holzgewächse, grosse Mengen Kalkoxalat enthält, ist so allgemein bekannt, dass in dieser Hinsicht bloss auf die anatomischen Lehr- und Handbücher, zusammenfassend etwa auf de Bary's Vergl. Anat. S. 544, verwiesen zu werden braucht. Dort und in den pharmakognostischen Büchern und Atlanten sind auch zahlreiche Einzelheiten über Vorkommen, Vertheilung, Form u. s. w. der Krystalle verzeichnet.

Angaben jedoch über die absoluten Mengen, quantitative Bestimmungen des in den Bildern so aufdringlich entgegentretenden Oxalats, sucht man umsonst. Ich weiss mich thatsächlich keiner bestimmten Angabe zu erinnern, als der von Flückiger über die Guajakrinde. Er hatte eine Analyse dieser Rinde machen lassen, die 20,7 % Oxalat ergab (Pharmakognosie 1. Aufl. S. 333).

Unter diesen Verhältnissen wird es willkommen und nothwendig sein, dass ich erst eine Anzahl Analysen aus meinen eigenen Erfahrungen hier für den Leser zusammenstelle. Die Angaben stellen den Procentgehalt der Trockensubstanz dar.

a) Ganze Rinden.

1.	Apfelstämmchen, fingerdick	October	3,88 %
2.	Eschenstämmchen, daumendick	November	1,06
3.	desgl. „	„	0,85
4.	Rosskastanie, armdicker Ast	„	4,44
5.	„ $1^1/_2$ fussdicker Baum	August	10,02
6.	Ein gleicher	„	10,5
7.	Ulme, Stammrinde Baum 35 cm dick	„	14,64
8.	Cortex Guajaci, käufliche Rinde (Gehe)		18,9
9.	Cortex Quillajae „ „		21,4
10.	Cortex Granati, käufliche Stammrinde		36,64

b) Starke Rinden in Theile zerlegt.

1. Rosskastanienast, September
Aussenrinde 10,10 % Innenrinde 12,60 %
2. Eiche, fussdicker Stamm, Herbst
Aeussere Borke 4,96 % mittl. Borke 7,23 %
innere Borke 8,09 % Bast 11,03 %
3. Linde, 95jähriger Stamm, im Winter
Borke 5,60 % mittl. Bork 11,92 % innerer Bast 12,24 %

c) Granatrinden verschiedenen Alters.

Analysen von einer sehr alten Kübelpflanze im Halle'schen Garten, Herbst.

1. Federkieldicke Zweige	5,54 %
2. Fingerdicke Zweige	12,03
3. 2—3 cm starke Aeste	18,34
4. Stammrinde (8,5 cm Durchmesser)	42,12

Das Vorstehende beleuchtet quantitav die schon aus den mikroskopischen Befunden im Allgemeinen bekannten Thatsachen, dass die Rinden je nach Pflanzenart, Alter und anatomischem Orte verschiedenen Oxalatgehalt besitzen, genauer.

Nehmen wir die in den später folgenden Versuchstabellen enthaltenen Ergebnisse noch hinzu, so lässt sich etwa Folgendes aussagen:

1. Die Zweigrinde unserer Bäume und Sträucher enthalten nur einige Procent Oxalat in der Trockensubstanz. Ribes, Quercus, Pyrus, Lonicera enthalten 1—2 %; auch die mehrjährigen Stämmchen (Esche, Apfel) gehen nicht viel darüber hinaus. In den Baumästen steigt der Oxalatgehalt und erreicht in den Stammrinden 10 % und mehr.

Doppelt so hoch ist er in der Guajak- und Quillajarinde; am allerhöchsten aber wurde er beim Granatbaum gefunden, wo er wohl fast die Hälfte der Trockensubstanz erreichen kann.

2. Die in der Tabelle unter 6 hervortretende Thatsache, dass der Bast der oxalatreichere Theil ist und fast das Doppelte und Dreifache des Borkengehaltes erreichen kann (Eiche, Linde) wird den Anatomen nicht überraschen, wie denn die procentische Zunahme des Oxalats mit dem Alter ohne Weiteres aus dem fast ausschliesslichen Wachsthum der Rinde durch den Bast begreiflich erscheint. —

Um über eine Oxalatbewegung in den Rinde beim Austreiben der Zweige Versuche anzustellen, wäre mir natürlich eine möglichst oxalatreiche Rinde am liebsten gewesen. Allein die einzige zugängliche von den oben genannten, die Granatrinde, empfahl sich nicht wegen der Dünnheit ihrer Zweige und der mithin schwierigen Materialbeschaffung. Unter diesen Verhältnissen war maassgebend aus unserm Strauch- und Baummaterial das zu wählen, das in Masse und mit möglichst gleichmässiger Ausbildung ruthenartiger Zweige zu haben war; davon bot sich mir Ribes, Pyrus, Lonicera, Kirsche, Ulme u. s. w. als besonders günstig dar.

Ich bemerke ausdrücklich, dass die Auswahl der Zweige an der Pflanze eine sehr sorgfältige und gleichmässige war, und dass dieselben, Controlle und Versuchsmaterial, getrocknet, immer paarweise ausge-

sucht, und so genau gleich dick und lang genommen waren, dass die beiden zu vergleichenden Zweigportionen fast genau das gleiche Gewicht hatten, ohne dass corrigirt zu werden brauchte.

Zermahlen wurden die ganzen Zweige zu grobsägemehlartigem Pulver. Analysirt ein aliquoter Theil aus der gut gemischten Probe.

Es wurden drei Versuchsreihen durchgeführt:

1. Versuche, in welchen ruhende winterliche Zweige mit im Austreiben begriffenen Frühlingszweigen verglichen wurden.

2. Eine Reihe von Vergleichen von austreibenden Zweigen in verschiedenen Entwicklungsstadien.

3. Endlich, ruhende Zweige mit künstlich im Dunkel getriebenen (etiolirten) verglichen.

Als gemeinschaftliches Resultat aller dieser Versuche ergibt sich, dass das Rindenoxalat beim Austreiben der Knospen der Regel nach Verminderung erleidet. Diese Verminderung kann im speciellen Falle allerdings sehr verschieden ausfallen.

1. In ein oder dem andern Fall (Birne, Silberpappel) konnte eine Abnahme des Oxalats bei Wiedereintritt der Vegetation nicht constatirt werden; es ist vielleicht bloss Zufall. In den meisten Versuchen war zweifellos eine Verminderung eingetreten, und zwar je nach den einzelnen Pflanzen von 12—42 %, ja einmal (Apfel) sogar bis 50 %.

2. Diese Abnahme geschieht im Laufe des Frühlings allmählich. Die Kirsche z. B. hat (Reihe 2 u. 3) vom Anfang bis Mitte April 16,25, von da bis Anfang Mai um 32,9 % abgenommen. Aehnlich und noch energischer ist es bei Ribes sanguineum. — Nichts beweist deutlicher, als diese allmähliche Abnahme, dass die Lösung des Oxalats zum Fortschreiten des Vegetationsprocesses in Beziehung steht.

3. Die Analysen von Lonicera, Pyrus Malus und communis, die verschiedenmale vorgenommen, verschieden ausfielen, zeigen deutlich, dass die Lösung eventuell ganz nach individuellem jedesmaligen Bedürfniss stattfinden mag.

Wird das Oxalat, wie aus Vorstehendem erhellt, wieder gelöst und in den Stoffwechsel gezogen, so kann also hier so wenig, wie beim Rumexrhizom das Oxalat den Namen eines „Auswurfstoffes“ oder „Excretes“ tragen; freilich kann auch hier nicht von einer Beweglichkeit und Ausnutzung wie sie die organischen „Baustoffe“ (Stärke, Zucker, Inulin etc.) erfahren, die Rede sein.

Versuchstabellen.

1. Ganze einjährige Zweige im Winter und Frühling 1888/89.

1. Ribes Gordonianum. 30 g Substanz enthalten

im Dezember	0,680 =	2,26 % Oxalat (der Trockensubstanz)
im April	0,567 =	1,87 % „
Abnahme im Frühling	0,113 =	16,62 % des ursprünglichen Oxalats.

2. Quercus macranthera. 22 g Substanz enthalten

am 27. Februar	0,340 =	1,55 % Oxalat
am 31. Mai	0,194 =	0,89 % „
Abnahme im Frühling	0,146 =	42,94 % des ursprünglichen Oxalats,

3. Pyrus Malus. 20 g der Trockensubstanz enthalten

am 16. Dezember	0,475 =	2,35 % Oxalat
am 27. April	0,417 =	2,05 % „
Abnahme im Frühling	0,068 =	12,10 % des ursprünglichen Oxalats.

4. Lonicera tatarica. 25 g Substanz enthalten

am 16. Dezember	0,583 =	2,32 % Oxalat
am 27. April	0,453 =	1,80 % „
	0,130 =	22,30 % des ursprünglichen Oxalats.

5. Ribes aureum. 15 g Zweigsubstanz (Zweige 38 cm lang) enthalten

2. November	0,291 =	1,94 %
26. April	0,260 =	1,73 %
	0,031 =	11,69 % Abnahme.

6. Ribes Grossularia. 30 cm lange Zweige, 15 g Substanz enthalten

1. November	0,275 =	1,82 %
26. April	0,216 =	1,44 %
	0,059 =	21,45 % Abnahme.

2. Einjährige Zweige im Frühling 1890.

1. 16 Stück einjährige von Prunus avium, im Mittel 28 cm lang, ohne Knospen, am 4. April (a) noch im Knospenzustand, am 17. April (b) mit halbgrossen, aber in Knospenlage befindlichen Blättern. Auf 15 g Gewicht gebracht.

	a) 4. April	b) 17. April	Abnahme
Kalkoxalat	= 1,058 = 7,05 %	0,540	48,77 %.

2. 17 Stück Zweige von Pyrus malus, 30 cm lang, 24 g wiegend. In drei Entwickelungsstadien.

a) 17. Januar, Winterruhe Kalkoxalat 1,426	b) 3. April, schwellende Knospen 0,713
c) 17. April, kleine Blätter 0,713	Abnahme 50 %

3. 19 vorjährige Triebe von Prunus Cerasus, 30 cm lang, 14 g wiegend, in drei Entwickelungsstadien:

a) 3. April	b) 17. April	c) 5. Mai
schwellende Knospen	halbentwickelte Blätter	Knospen zu $^1/_2$ dm langen Trieben
Oxalat 0,677	0,567	0,454
	Abnahme 16,25 %	Abnahme 32,94 %

4. 22 Zweige von Ulmus campestris, handlang, 24 g wiegend.

a) 17. Januar	b) 3. April	c) 17. April
Winterruhe	knospend	erste Blättchen ausschauend
Oxalat 0,999	0,659	0,659
(4,16 % der Trocksubstanz)		Abnahme 34,03 %

5. 16 Stück Zweige von Rosa canina, etwa 30 cm lang, 17 g Gewicht.

a) 17. Januar	b) 3. April	c) 17. April	d) 5. Mai
		halbentw. Blätter	neue Triebe, 5 cm lang
Oxalat 0,664	0,578	0,572	0,475
(3,90 % der Trockensubst.)			(2,79 % der Trockens.)

Oxalatabnahme vom 5. Mai gegen 17. Januar 28,46 %.

6. Ribes sanguineum, 15 Triebe, etwa 25 cm lang, rebenkieldick, in gleichen Mengen:

14. März	3. April	16. April
Oxalat 0,820	0,712	0,507
	Abnahme 13,17 %	38,17 %

7. Ribes saxatile. 16 Triebe, 32 cm lang.

	14. März	3. April	16. April
			halbentfaltete Blätter
Trockengewicht	13,07	13,9	12,9
Oxalat	0,491	0,469	0,410
Abnahme		4,48 %	16,5 %

8. Ribes caucasicum, 18 Triebe, 30 cm lang, 27,5 g Gewicht.

	14. März	16. April
		halbentwickelte Trauben
Oxalat	0,945	0,642

Abnahme des Oxalats um 32,07 % (1,07 % der Trockensubstanz).

9. In Versuchen dieser Art mit Corylus fand ich zwischen 17. Januar und 17. April 12 % Abnahme; bei Crataegus Oxyacantha in derselben Zeit 59,23 %. Bei Pyrus communis dagegen keine.

3. Künstlich im Winter getriebene Zweige.

Vorjährige Triebe, in Wasser gestellt, im Vermehrungshaus, im Dunkel ausgetrieben, mit völlig etiolirten fingerlangen Trieben und Blüthen. (1888.)

1. Lonicera tatarica, meterlange Schosse, 12.—29. Dezember; etwa 150 Substanz analysirt.

Anfänglich	nach dem Versuch
1,52 % Oxalat	1,36 %

2. Salix laurina. 70 cm lange Triebe. 30 g Substanz enthalten

	anfänglich	nachträglich
Oxalat	0,340	0,307

3. Pyrus communis. 45 cm lange Zweige, Knospen ausgetrieben. 20 g.

	Anfänglich	nachher
Oxalat	0,637	0,432

4. Populus alba. 1/2 Meter lange Triebe hatten kleine goldgelbe Blättchen entfaltet. Eine Oxalatabnahme war nicht zu constatiren.

Es scheint nicht ohne Interesse zu sehen, ob die Wiederbewegung des Salzes bloss in den dünnen Zweigen stattfindet, oder auch tiefer greift und selbst auf die Kalkablagerungen in den Aesten und Stammrinden sich erstrecken kann.

Einige dahin bezügliche Versuche sprechen für eine Abnahme des Oxalats beim Austreiben bis in die jungen Stämme hinein. Doch ist die Abnahme nicht beträchtlich; vielleicht wäre sie grösser gefunden worden, wenn ich die Zeiten und die Zwischenräume anders gewählt hätte.

1. Aus einem armdicken kräftigen Rosskastanienstamm wurde in Brusthöhe (der Stamm war 2 mannshoch) Rindestücke von 80 qcm analysirt zur Zeit des Knospentreibens

	am 8. April	am 15. April	Abnahme
Oxalat	1,577	1,468	6,92 %
bei einem zweiten Baum			
	1,360	1,144	15,8 %

2. Zwei Robinien von ähnlicher Beschaffenheit, zur Zeit als die Knospen noch schliefen, aber die Rinde sich leicht löste. 70 qcm.

Rinde	8. April	26. April	Abnahme
Erster Baum	0,185	0,164	13,95 %
Zweiter Baum	0,162	0,140	13,34

3. Acer platanoides, junge Bäume zur Zeit des Blutens. 60 qcm Rinde.

	7. April	15. April	Abnahme
	0,756	0,648	14,28 %
Zweiter Baum:			
	0,648	0,562	13,12

III. Das Oxalat bei den Cacteen.

Seit Schleiden die Anatomie der Cacteen geschrieben (Mém. Ac. St. Pétersb. VI. Sér. T. IV. 1839), sind diese Gewächse wegen ihres hohen Gehaltes an oxalsaurem Kalk in der Litteratur berühmt und der Cereus senilis insbesondere mit seinen mehr als 85 % Calciumoxalat wird als klassisches Beispiel oft angeführt.

Die Schleiden'sche Angabe, die so auffallend klingt, ist meines Wissens bisher von niemand nachgeprüft worden. Es kam mir daher bei meinen Oxalatstudien sehr erwünscht, einen frischen und gesunden, ziemlich grossen, offenbar importirten Pilocereus senilis zu einer neuen Analyse verwenden zu können.

Derselbe war 45 cm hoch, hatte im Mittel 5 cm Durchmesser, wog frisch 67,5, getrocknet 19,18, hatte also 28,41 % Trockensubstanz.

Die eine Längshälfte des Stammes wurde als Ganzes analysirt, also alle Gewebe zusammen:

0,63 % Trockensubstanz enthielten 7,776 Oxalat, d. h. 80,79 %.

Aus der andern wurde der Holzkörper herausgeschnitten, und nur Parenchym und Oberhaut genommen. In 8,0 Trockenmasse waren 7,128 Oxalat, der Procentgehalt war demnach 89,10.

Die Schleiden'sche Angabe bestätigt sich also vollkommen, ja wird durch meine zweite Analyse noch überboten. Es liess sich erwarten, dass auch andere Cacteen reich an Oxalat sein würden, wenn auch auf einen so hohen Gehalt wie bei Pilocereus nicht gehofft werden konnte.

Ein altes Glied von Opuntia Tuna (20 × 20 cm von Dimension), das frisch 512, trocken 45,3 wog, ergab 22,248 Oxalat, also 49,09 % der Trockensubstanz.

Bei Echinocereus cirrhiferus (frisch 52,6, trocken 2,4, Volum 30 ccm) erhielt ich nur 0,378 Oxalat, also ein Procentgehalt von 14,09.

Andere Formen mögen vielleicht noch weniger enthalten.

Immerhin erscheinen unsere Gewächse in dieser Hinsicht bevorzugt und drängen die Frage auf, welche Rolle im Pflanzenleben diesem Inhaltskörper möge zugedacht sein. Die Beantwortung dieser Frage habe ich nur nach einer Seite hin versucht, durch Feststellung des Oxalatgehaltes in verschiedenem Alter. Reichert sich die Pflanze mit dem Aelterwerden mit Oxalat an?

Es standen mir drei schöne Exemplare eines Säulencactus, von *Cereus candicans*, zur Verfügung; die Pflanzen wurden von oben nach unten in 4—5 gleiche Stücke zerlegt. I ist der jüngste (Gipfel), IV oder V der älteste Theil, über der Wurzel. Analyse der ganzen Stammstücke.

1. Das kleinere Exemplar war 35 cm hoch und ergab:

	Frischgew.	Trockengew.	°/o Trockens.	Oxalat	°/o
I. Gipfel	72,0	4,1	5,69	0,261	6,36
II.	100,0	4,2	4,2	0,972	23,14
III.	193,5	7,5	3,08	2,214	29,52
IV. verkorkt	—	11,5	—	3,370	29,30

2. Ein zweites Exemplar ist 65 cm hoch, wird in 5 je 13 cm lange Stöcke getheilt.

	Volum	Frischgew.	Oxalat	Oxalat in ccm Frischsubstanz
I.	190	177	0,24	0,0013
II.	335	321	4,25	0,0127
III.	455	435	9,975	0,0219
IV.	305	303	5,76	0,019
V.	245	244	6,55	0,027

3. Am regelmässigsten fiel die Analyse eines dritten Exemplars aus, das, 60 cm hoch, in 4 je 15 cm lange Stücke zerlegt wurde.

	Volum	Frischgew.	Trockengew.	Oxalat	°/o	1 ccm lebende Substanz enth. Oxalat:
I.	165	163,5	8,6	1,069	12,43	0,0064
II.	230	236,0	13,8	3,672	26,61	0,0159
III.	210	217,0	16,3	3,780	23,19	0,018
IV.	180	186,0	22,3	5,184	23,24	0,028

Dieses letzte Exemplar zeigt uns, wie mir scheint, deutlicher noch als die vorhergehenden, als Regel: das Oxalat nimmt von oben nach unten, also mit dem Alter immer zu; es nimmt zu, nicht immer, bezogen auf die Gesammttrockensubstanz, aber besonders deutlich in Bezug auf den gleichen Rauminhalt lebendiger Körpersubstanz.

Demnach sieht es so aus, als ob das einmal gebildete Oxalat im Verlauf des Lebens keine Verwendung mehr finde. Doch ist ein

solcher Schluss keineswegs nothwendig. Man würde dasselbe analytische Resultat haben, wenn mit einer fortwährenden Verwendung an einer Stelle eine überwiegende Neubildung an anderer Hand in Hand ginge.

Freilich nöthigt zu einer solchen complicirten Auffassung vorläufig gar nichts. Wenn man eine getrocknete Scheibe von Pilocereus betrachtet und wie einen quarzigen Sandstein glitzern sieht, kommt man unwillkürlich auf den Gedanken, dass diese colossale Anhäufung von Mineralmasse in einem Säulenstamm, der auffallend viel Parenchym und nur wenig und weiches Holz enthält, ein Mittel sei, mechanische Festigung zu erzielen. Wo Krystalle in der Wand oder im Innenraum ohnehin „mechanischen" Gewebes vorkommen, hat man ihnen eine derartige Deutung schon früher gegeben (Baccarini und Andere); wenn aber, wie in unserem Falle, die gewaltigen Krystalldrusen zumeist im lebenden Parenchym liegen, dürfte es schwer sein, zu beweisen, dass dieselben nicht auch, je nach Bedürfniss, wieder in den Stoffwechsel gezogen werden können, ähnlich wie wir es vorher bei Rinden und Wurzeln gesehen haben; und so mag denn das Cacteenoxalat immerhin eine mehrfache Function ausüben können.

IV. Löslichkeit des pflanzlichen Kalkoxalats im Zellsaft.

Seit, meines Wissens, zuerst Sanio (Sitzb. Berl. Akad. April 1857 S. 254) die Reactionen des pflanzlichen Kalkoxalats genauer präcisirt hat, ist es allgemein üblich, auf die Unlöslichkeit des Oxalats in Essig- und Pflanzensäuren, wie sie sich unter dem Mikroskop darbietet, die Unveränderlichkeit des Salzes im Zellsaft anzunehmen. Und doch sind wir im Vorstehenden schlechthin genöthigt worden, die Lösung im Zellleibe zuzugeben.

Die hier in Frage kommenden Krystallzellen sind zwar nicht abgestorben, wenn man darunter versteht, dass sie etwa lufthaltig sind. Aber sie enthalten auch keine lebendigen Inhalte im eigentlichen Sinn. Die Parenchymzellen in der Rumexwurzel zeigen, mit Karmin oder Anilinfarbstoffen behandelt, soweit sie Stärke führen, sehr schön die Zellkerne und einen deutlichen Plasmaschlauch; ihnen gegenüber erscheinen die Krystallzellen auffallend inhaltleer; diese sind im frischen Zustand saftgefüllt, aber es ist auf keine Weise regelmässig Zellkern und Plasma bemerkbar. Nur nach langem Suchen fand ich da und dort Plasmareste, oder Dinge, die man für Residuen des Kernes ansprechen möchte. Ihr wesentlicher Inhalt ist also „Zellsaft". Auch in den Krystallzellen der Bastschicht der Bäume bezeichnet

de Bary den Inhalt, so weit ich selbst erfahren habe, richtig, als „anscheinend Wasser". (Vergl. Anat. 148.)

Es geht also jedenfalls nicht an, für unsere Fälle die Hülfe des „Protoplasmas" bei der Lösung in Anspruch zu nehmen, und wir werden im „Zellsaft" das lösende Medium suchen müssen.

Dass der Pflanzensaft sauer ist, eine bestimmbare und täglich wandelbare Acidität besitzt, habe ich in einer früheren Abhandlung eingehend nachgewiesen („Die Acidität des Zellsaftes" als Heft IV der „Wasservertheilung in der Pflanze"). Es fragt sich nur, ob eine Acidität von solch geringer Stärke noch lösend wirken kann.

Zur Beantwortung der Frage, ob und in welcher Verdünnung die üblichen Pflanzensäuren und pflanzensauren Salze noch Kalkoxalat anzugreifen im Stande sind, habe ich eine Reihe von Versuchen angestellt,[1]) die alle im bejahenden Sinne ausgefallen sind.

Als Versuchsmaterial diente mir einerseits amorpher oxalsaurer Kalk, bezogen von Schuchardt in Görlitz, andererseits die schönen, grossen natürlichen Krystalle aus der Quillajarinde, die von Dippel und nachher von Tschirch (Angew. Pfl.-Anat. S. 104 Fig. 104) abgebildet worden sind. Man bekommt sie aus der fein gepulverten und mit Wasser geschlemmten Bastschicht der genannten Seifenrinde ziemlich rein und völlig unversehrt als weissen Bodensatz.

Als lösende Medien wurden die verschiedensten Pflanzensäuren — wie Citron-, Wein-, Apfel-, aber auch Bernstein-, Fumar- und Traubensäure —, es wurden ferner das Kali oder Ammonsalz verschiedener dieser Säuren versucht, in Lösungen von $^1/_{10}$, $^1/_{100}$ ja $^1/_{1000}$ %.

Einige Versuche.

I. Von reinster, krystallisirter Citron-, Wein- und Apfelsäure wurde je 0,1 in 100 ccm aq. dest. gelöst, also eine $^1/_{10}$ %-Lösung hergestellt.

Pulveriger oxalsaurer Kalk, etwa eine Messerspitze voll, in einem Becherglas der Lösung zugesetzt; zur Controlle auch dieselbe Menge Oxalat in destillirtes Wasser gebracht. Nach 24 Stunden ergab jede der Säurelösungen in einem klaren Filtrat bei Zusatz von oxalsaurem Ammoniak eine starke Trübung, das Filtrat vom destillirten Wasser blieb absolut klar.

---

1) Diese und andere Resultate wurden bereits anfangs 1891 in einer kurzen Notiz mitgetheilt, auf welche sich Bezug genommen findet in Wehmer's Arbeit in „Landwirth. Versuchsstationen" Bd. 40, 1892, S. 442.

Nun wurden $^1/_{100}$ und $^1/_{1000}$ %-Lösungen derselben Säuren hergestellt.

Die $^1/_{100}$ %-Lösungen zeigten nach 24 Stunden Einwirkung auf Oxalat im Filtrat eine sehr schöne Trübung, welche beim Schütteln oder Stehen noch deutlicher wurde.

Bei der $^1/_{1000}$ %-Lösung kam die Trübung erst nach mehreren Stunden zum Vorschein.

Beim vorsichtigen Aufgiessen von oxalsaurem Ammon erhielt man sehr deutlich einen weissen Ring an der Berührungsfläche von Reagens und Lösung.

II. In gleicher Weise hergestellte $^1/_{10}$, $^1/_{100}$ und $^1/_{1000}$ %-Lösungen von Bernstein-, Trauben- und Fumarsäure ergaben für $^1/_{10}$ %-Lösung ganz deutliche Resultate der Lösung. Bei $^1/_{100}$ % machte sich die Wirkung schwächer und bei den drei Säuren in verschiedener Stärke geltend; am stärksten wirkte Fumar-, am schwächsten Bernsteinsäure.

III. 1 g trockener pulverisirter oxalsaurer Kalk wird mit 175 ccm $^1/_{10}$ %-Säurelösungen zusammengebracht. Nach mehreren Tagen, wobei öfter umgeschüttelt wurde, sammelte ich den Kalk auf gewogenen Filtern. Ich bekam

bei	Weinsäure	0,9820
	Citronsäure	0,9850
	Maleinsäure	0,9802
	Fumarsäure	0,9945
	Traubensäure	0,9906 Rückstand.

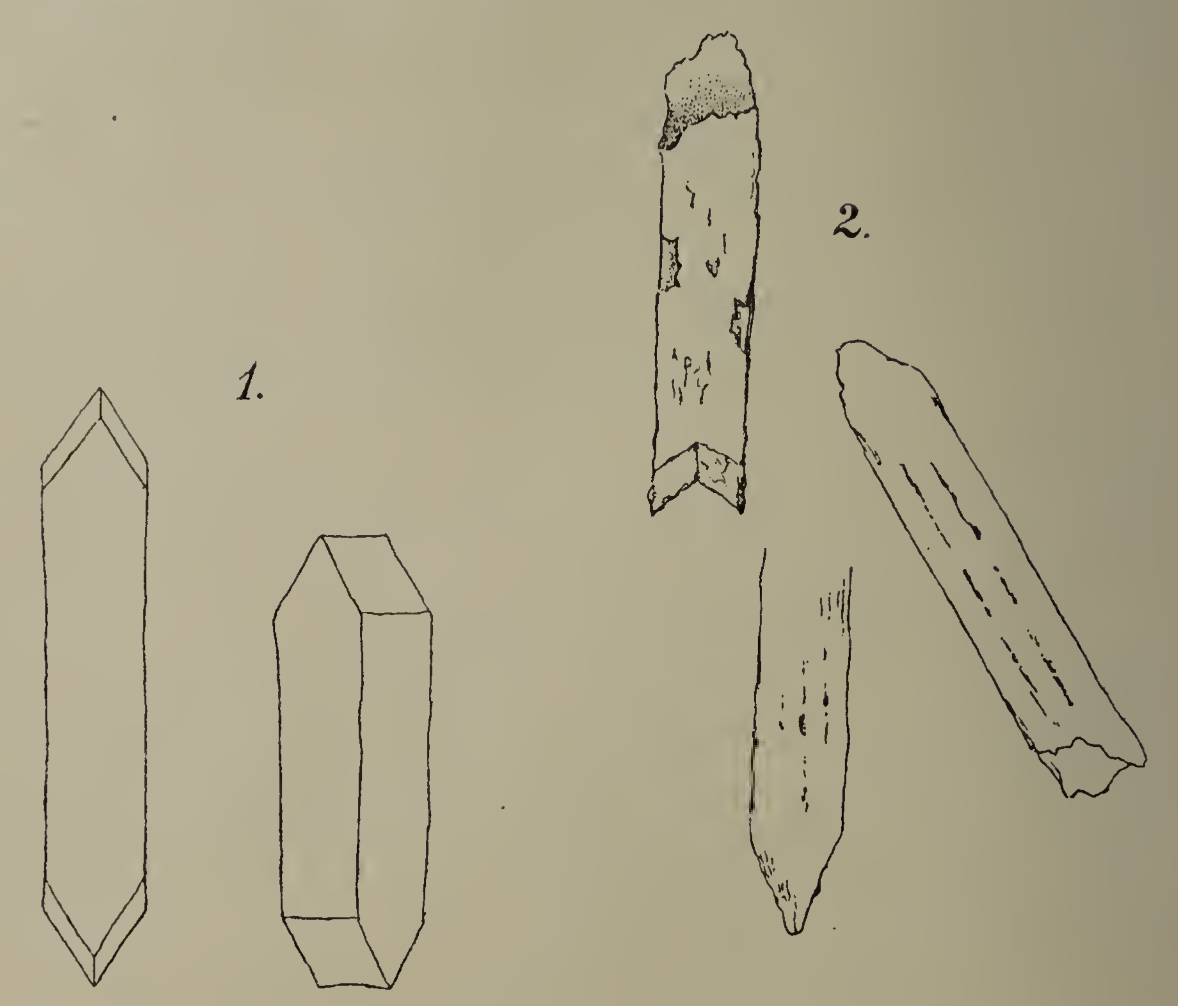
Das Filtrat gab mächtige milchweisse Trübungen von gelöstem Kalk.

IV. $^1/_{10}$ % Lösung von Kalium- und Ammoniumcitrat, von Ammonium bitartaricum geben nach mehrtägigem Zusammensein mit Kalkoxalat sehr starke weisse Trübungen auf die Kalkprobe; auch mit $^1/_{100}$ % waren solche noch wahrnehmbar.

V. Proben mit natürlichen Krystallen aus der Quillajarinde verhielten sich in ganz gleicher Weise, so dass ich die bezüglichen Versuche nicht weiter zu beschreiben brauche. Was diese Versuche aber interessant macht, ist, dass sich hier die lösende Wirkung an den Krystallen selbst sehen liess. Die Krystalle sind bekanntlich überaus scharf ausgebildete Prismen mit vollendet schönen Flächen, Kanten und Ecken.

Nach mehrwöchentlicher Wirkung war in $^1/_{10}$ % Lösung z. B. eine starke Corrosion der Begrenzungen augenfällig vorhanden. Die umstehenden Figuren geben unter 1 Krystalle, welche eben so lange in

destillirtem Wasser gelegen (unversehrte), als die unter 2 einer $^{1}/_{10}$ proc. Citronsäurelösung ausgesetzt worden.



Diese oder ähnliche Dinge sind auch in der Natur wahrgenommen worden; so wohl von Pfeffer, wenn er „Spuren von Auflösung" an den tafelförmigen Krystallen in den Cotylen der keimenden Lupine erwähnt (Pringsh. Jahrb. VIII, 1872, S. 526); oder wenn Tschirch geradezu von „Corrosionen" der Krystalle spricht bei der Begonie (Bot. Centralbl. XXXI, 1887, S. 224) und bei keimenden Samen (Annal. de Buitenzorg IX, 149).

Pflanzensäuren oder saure Salze vorstehender Art sind in zwar unbekannter, aber jedenfalls noch wirksamer Concentration in den Pflanzensäften ganz allgemein verbreitet und wir dürfen sie sicher auch in den Zellen annehmen, in denen wir oben Oxalatlösung festgestellt haben.

Wir hätten also in diesen Körpern Mittel, welche möglicherweise die Lösung besorgen. Bewiesen freilich ist es keineswegs.

Zugegeben, dass diese überall und allezeit vorhandenen Körper die Lösungsmittel sind — wie kommt es, dass die Lösung nur während der Vegetationszeit geschieht, bezw. nachweislich ist?

Soll man annehmen, dass eine bestimmte, wirksame Concentration des Lösungsmittels nur zur Frühlingszeit eintritt? Dafür liegt

gar keine Erfahrung vor. Eine andere Vorstellung ist vielleicht annehmbarer. Könnte nicht die fortwährende Durchspülung der Gewebe mit neuem Vegetationswasser, die stetige Erneuerung des Wassers, wie sie der sommerliche Transpirationsstrom herbeiführt, Ursache der zeitweisen Lösung der Krystalle sein?

Es unterliegt doch gar keinem Zweifel, dass zur Zeit des Austreibens ein lebhafter täglicher Wasserstrom durch die ganze Pflanze von unten nach oben geht. Der austreibende Rumexstock wird von der Wurzel bis zu der Stengelspitze täglich von einem neuen Wasserstrom durchzogen; die Holzpflanzen gar dienen ja als Schema für die Vorstellung von der täglichen Wasserströmung durch die Pflanze. Man muss sich aber erinnern, dass dieser Wasserstrom nicht etwa ausschliesslich durch den Holzkörper geht oder in den Gefässen verläuft, sondern auch im Parenchym seine Wirkung geltend macht. Die tägliche An- und Abschwellung aller Organe (auch der Rinde), die tägliche Schwellungsperiode, die ich früher (Heft III der „Wasservertheilung") nachgewiesen, ist die Folge eines nächtlichen Zuflusses und einer Abgabe des Wassers tagsüber, beweist also einen mindestens partiellen täglichen Wasserwechsel auch des Parenchyms.

Sehen wir nun in dieser periodischen Durchspülung des Parenchyms die Ursache der Krystalllösung, so begreift sich, dass diese Lösung nur oder vorwiegend zur Zeit der lebhaften Wasserströmung geschieht.

Die Vorstellung, die wir uns hier gemacht haben, kann auch bestehen bleiben, wenn das Lösungsmittel nicht die Pflanzensäuren, sondern andere zur Zeit nicht angebbare Inhalte des Zellsaftes wären.

Bei der Unsicherheit über die Natur der die Krystalle angreifenden Körper verbietet es sich von selbst, über den chemischen Vorgang, der die Lösung herbeiführt, oder die Produkte, welche aus Oxalsäure und Kalk entstehen, auch nur ein Wort äussern zu wollen. Nicht viel besser verhält es sich mit der Frage, was aus den Lösungsprodukten wird. Dass sie, wie immer sie heissen, fortgeleitet und in den neugebildeten Organen verwendet werden, erscheint eine natürliche Annahme, und dass es bei der Verwendung auf den Kalk abgesehen sein möge, könnte aus unseren kalkfrei gezogenen Rumexpflanzen nahegelegt werden.

Auch wenn dem nicht so sei, so ist auch hier der Kalk zur Zeit der einzige Körper, den wir weiter verfolgen können. Man könnte sich ja wohl vorstellen, dass der Frühlingssaft (Blutungssaft) unserer Bäume einen Theil seines Kalkgehaltes [er ist bekanntlich kalk-

reich[1])] dem aufgelösten Kalkoxalat verdanke, und die nächste Frage würde sein, ob etwa der Frühlingssaft, in verschiedenen Baumhöhen genommen, verschiedenen, ev. oben höheren Kalkgehalt habe. Nach v. Schröder's Analysen trifft letzteres zwar für den Ahorn, nicht aber für die Birke zu, wo gerade umgekehrt oben geringerer Kalkgehalt ist.

Ich habe, um der Sache auf den Grund zu kommen, eine grössere Anzahl von Kalkbestimmungen im Frühlingssaft, der verschiedener Baumhöhe entnommen war, gemacht, habe aber gleichfalls wechselnde Resultate erhalten.

Untersucht wurden Birke, Ahorn, Ostrya und Vitis; ersteres jüngere kräftige Bäume.

1. Von zwei Birken wurde die eine (I) in 3 dm und dann in 8,5 m über dem Boden angebohrt; die andere in 3 dm und 9,5 m. 1000 ccm Saft ergaben

	unten	oben
I.	0,309	0,103
II.	0,309	0,206 CaO.

2. Ahorn (A. platanoides) von 62,5 cm Stammumfang, in 3 dm und 5 m Höhe. CaO-Gehalt in 1000 ccm

oben	unten
0,330	0,517

3. Ostrya vulgaris in 3 dm und 5 m Höhe:

oben	unten
0,149	0,237

Nach meinen Analysen sind also alle drei Bäume unten kalkreicher als oben.

Ganz andere und wechselnde Resultate habe ich beim Weinstock erhalten.

a) 6.—7. April. Ausfluss aus einem über meterlangen zweijährigen Trieb; und aus demselben nachdem er andern Tags auf 20 cm gekürzt war. 1 Liter enthielt CaO.

	bei 1 m Höhe	bei 20 cm Länge
a)	0,315	0,260
b) 9.—10. April, in ganz ähnlicher Weise, ein neuer Stock:	0,359	0,306
c) Ein drittes Exemplar 10.—11. April	0,231	0,214

1) Nach v. Schröder (Pringsh. Jahrb. VII, 1869, S. 288 f.) enthält 1 Liter Ahornsaft 0,26, 1 Liter Birkensaft 0,11—0,45 CaO.

In allen drei Exemplaren demnach oben eine Kalkvermehrung.

d) An einem sehr grossen Weinstock wurden (20.—24. April) an drei Stellen in 1 m (a), in 2 m (b) und in 3 m (c) Entfernung vom Boden Saft entnommen. 1 Liter enthielt CaO.

bei a	bei b	bei c
0,268	0,392	0,288

Soviel steht zunächst fest, dass das Kalkverhalten, wie es hier constatirt worden, für unsere Frage keinen directen Aufschluss gibt; doch darf aus diesen Thatsachen keineswegs der Schluss gezogen werden, dass das gelöste Oxalat nicht in den Holzsaft geleitet werde. Es brauchte nur die Verwendung von Kalk die Zufuhr quantitativ zu übersteigen — und wir würden das gleiche analytische Resultat haben.

Uebrigens möchte ich zum Schluss noch einer Thatsache Erwähnung thun, die allerdings dafür zu sprechen scheint, dass der Regel nach der Kalk des pflanzlichen Oxalats dem Boden entnommen wird und nicht etwa von sonst in der Pflanze frei werdenden Kalkverbindungen stammt. Das sind Erfahrungen vom Ringelschnitt. Traugott Müller hat seiner Zeit auf mikroskopischem Wege festgestellt, dass unter der Ringelwunde bei mehreren Zweigen mehr Krystalle gefunden werden als oberhalb desselben. (Ueber den Einfl. des Ringelschnittes auf Dickenwachsthum u. Stoffvertheilung. Hallische Diss. 1888 S. 16, 22, 29, 42.) Ich habe dies Verhalten bei verschiedenen Holzflanzen quantitativ constatirt.

1. Fingerdickes Apfelstämmchen, am 30. Juli geringelt zeigt
oben 3,88 unten 6,84 % Oxalat.

2. Kleine fingerstarke Esche, im Juli geringelt, im Herbst aufgenommen
oben 1,06 unten 2,05 %.

3. Armdicker Aesculus
oben 4,44 unten 5,69 %.

Laboratoriumsnotizen.[1])

1. Eine zur **Demonstration von Wasserausscheidung** ganz besonders geeignete Pflanze ist Elatostemma sessile. Gewöhnlich wird die Wasserausscheidung demonstrirt an Pflanzen, bei denen sie in Form von Tropfen an Blattzähnen, Blattspitzen etc. auftritt. Bei Elatostemma zeigt sich die Wasserausscheidung auf dem gewölbten, zwischen den stärkeren Blattrippen hervortretenden Theilen des Blattgewebes auf der Oberseite. Wenn die Pflanze in feuchtem Raume cultivirt wird, sieht es aus, als ob die Blätter bespritzt worden wären, was von den zahlreichen Wasserspalten herrührt, die auf dem Blatte sich finden. Elatostemma-Arten findet man namentlich in schattigen, feuchten Wäldern, so dass die starke Wasserausscheidung biologisch leicht verständlich ist. Die Pflanze kann auch zur Demonstration von Wurzelbildung im feuchtem Raume benützt werden. Bekanntlich ist die Gattung morphologisch von Interesse durch die stark ausgeprägte Anisophyllie; in jedem Blattpaar ist ein Blatt zu einem einer Stipula ähnlichen Gebilde reducirt. Stecklinge können von dem Münchener botanischen Garten bezogen werden.

2. Zur raschen **Demonstration der Embryobildung im Samen** sind durchsichtige Samenanlagen natürlich besonders geeignet. Solche finden sich bekanntlich bei Orchideen. Unter den Dikotylen dürfte Klugia notoniana eines der geeignetsten Objecte sein, die gröberen Verhältnisse der Embryogestaltung lassen sich ohne weitere Präparation leicht zeigen.

3. **Stärkebildung aus Zucker** lässt sich wohl am einfachsten an Moosprotonemen demonstriren. Die Sporen von Funaria hygrometrica enthalten sehr blassgrüne Chromatophoren und in denselben (wenigstens in den untersuchten, eben gereiften Sporogonien) befinden sich kleine Stärkekörner. Sät man sie auf Agar-Agar mit anorganischer Nährlösung und einem Zusatz von 1—2 % Traubenzucker, so bilden sie

---

1) Unter dieser Rubrik beabsichtige der Herausgeber kleine Mittheilungen über Pflanzen, die als Demonstrations- oder Untersuchungsobjecte besonders geeignet sind, Untersuchungsmethoden u. s. w. zu sammeln und erbittet im allgemeinen Interesse Mittheilungen dieser Art, welche mit Namensunterschrift des Einsenders veröffentlicht werden.

ungemein grosse Stärkeherde, sowohl im Licht als im Dunkeln. Es gelingt auf diese Weise Protonemen im Dunkeln zu beträchtlicher Grösse heranzuziehen. Bei den Lichtculturen tritt (offenbar durch die enorme Stärkeproduktion) der Chlorophyllgehalt der Chromatophoren oft so zurück, dass die Protonemen farblos oder nur schwach grün erscheinen; sie zeigen dann auch in ihrem heliotropischen Verhalten auffallende Unterschiede gegenüber den chlorophyllreichen nur mit anorganischen Nährsalzen gefütterten Protonemen. Der Zuckerzusatz bedingt eine raschere und kräftigere Entwickelung, die Bildung der Moosknospen trat (aber nicht immer) früher als bei den anderen Culturen an und erfolgte in grosser Menge. Die Cultur erfolgte in Petri-Schalen, welche eine directe Beobachtung bei schwacher Vergrösserung gestatten. Die Fernhaltung von Pilzen und Bacterien gelingt nicht immer, aber trotzdem dürfte für manche Zwecke diese Culturmethode zu empfehlen sein. (1—3) K. Goebel.

4. **Ramphospora Nymphaeae,** die Cuningham wegen der sonderbaren Keimung der Dauersporen von Entyloma trennte, war bis jetzt nur aus Indien und Nordamerika (Setchell) bekannt. Schon im Jahre 1893 habe ich dieselbe reichlich bei Seeshaupt am Würmsee gefunden an den Blättern der Nymphaea alba, und tritt dieselbe jährlich reichlich auf. In den Dauersporen kann man die Verschmelzung der beiden Kerne sehen.

5. **Ein günstiges Demonstrationsobject für Zellkernkrystalloide** und ihre Entstehung in den Eiweissvacuolen des Zellkernes liefern die Epidermiszellen der Perigonblätter der cultivirten Albuca-Arten. Man braucht keine Fixation oder Färbung der Objecte und kann in denselben Zellen noch die Elaioplasten demonstrieren.

6. **Eine gute Haematoxylintinction.** Die Präparate bleiben 2—20 Minuten in Delafield's Haematoxylin, werden zunächst mit Wasser und dann 2—5 Minuten mit Eisenalaun abgespült, dann wieder mit Wasser, Alkohol und Toluol abgespült und in Canada eingebettet. Dieses modificirte Heidenheim'sche Verfahren liefert sehr gute Resultate für botanische Zwecke und hat den Vorzug einer grossen Zeitersparniss. Eine Nachfärbung mit Saffranin (in Anilinwasser) und Auswaschen in 1 proc. alkoholischer Essigsäure liefert gute Doppelfärbung. Diese Methode hat sich in dem hiesigen Institut gut bewährt und wird seit einigen Jahren mit besonderer Vorliebe benützt.

(4—6) M. Raciborski.

Litteratur.

Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen von **Dr. Georg Klebs,** Professor in Basel. Mit 3 Tafeln und 15 Textfiguren. Jena, Verlag von Gustav Fischer, 1896. Preis 18 Mk.

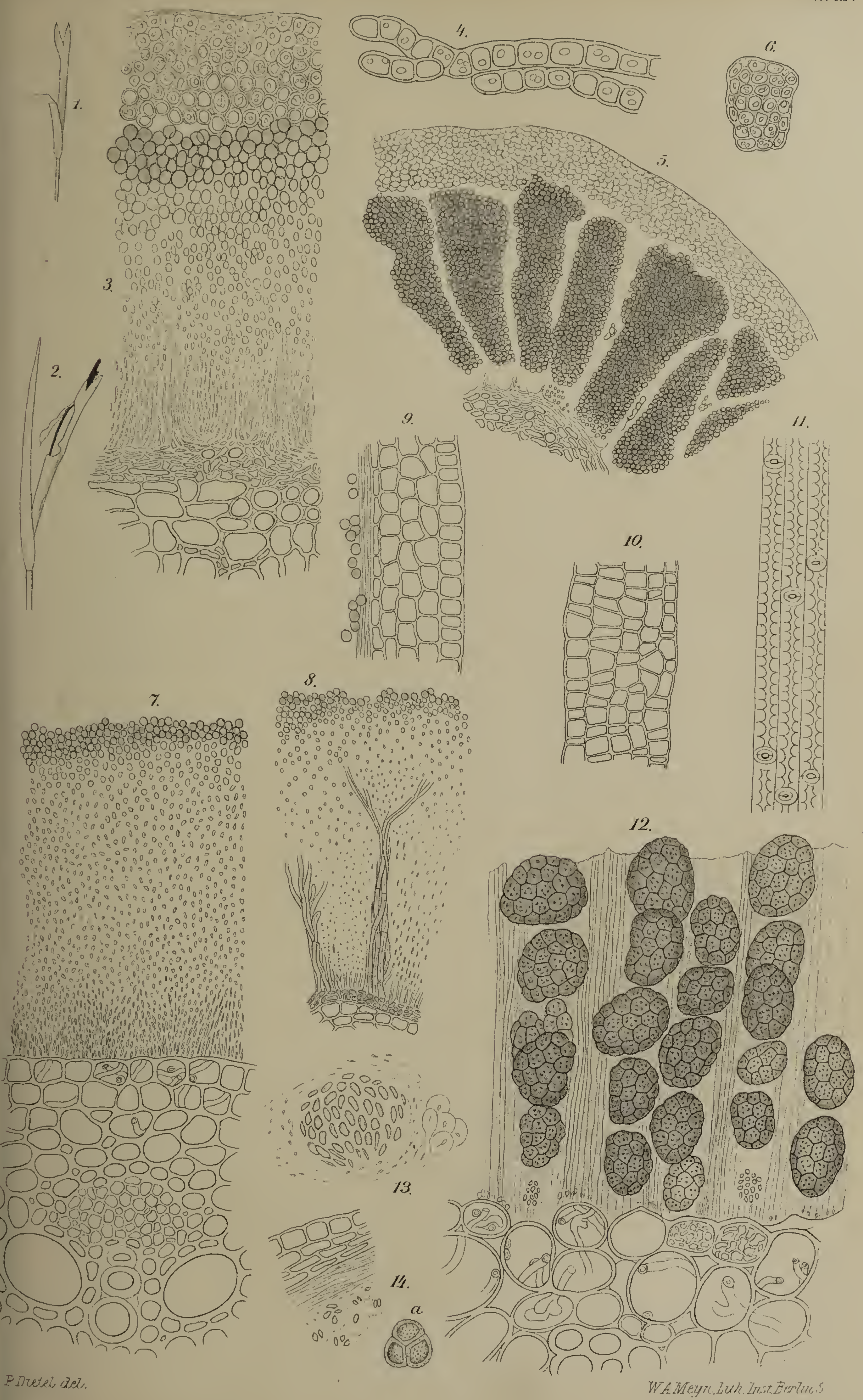
Die Untersuchung der Fortpflanzungserscheinungen hat in den letzten Jahrzehnten einen grossen Theil der botanischen Gesammtarbeit beansprucht. Zunächst galt es, die morphologischen Vorgänge klar zu legen, da sie auch bei Beurtheilung der Verwandtschaftsverhältnisse eine so bedeutende Rolle spielen. Die Physiologie der Fortpflanzung, speciell ihre Abhängigkeit von äusseren Factoren ist dagegen nur wenig Gegenstand der Untersuchung gewesen, wenigstens bei niederen Pflanzen, bei denen man vielfach einen auf inneren Gründen beruhenden gesetzmässigen Wechsel ungeschlechtlicher und geschlechtlicher Generationen annahm.

Frühere Untersuchungen von Klebs haben für einige Algen gezeigt, dass diese Annahme nicht richtig war, dass man diese Formen vielmehr entweder zur geschlechtlichen oder zur ungeschlechtlichen Fortpflanzung nöthigen kann. Das vorliegende umfangreiche Werk enthält nun die Untersuchungen, welche der Verfasser während einer Reihe von Jahren in der angedeuteten Richtung ausgeführt hat, ein zweiter allgemeiner Theil soll folgen.

Der erste, specielle, enthält eine reiche Fülle interessanter und werthvoller Ergebnisse, nicht nur betreffs der Bedingungen der Fortpflanzung, sondern auch vielfach in morphologischer Beziehung. Es erfahren u. A. die Angaben über den „Pleomorphismus“ der Algen eine kritische Besprechung, die aufs Neue zur Vorsicht mahnt. Es zeigte sich z. B., dass in der bekannten schönen Arbeit von Rostafinski und Woronin über Botrydium granulatum sich ein Irrthum eingeschlichen hat dadurch, dass in den Entwicklungskreis von Botrydium eine andere, von Klebs als Protosiphon bezeichnete Alge mit einbezogen wurde; auch sonst finden sich noch vielfach Angaben, welche unsere Kenntniss der Algen erweitern. Die Besprechung der letzteren nimmt bei Weitem den grössten Theil des Buches ein, der zweite, kleinere ist den Pilzen gewidmet.

Auf die Untersuchungsergebnisse hier im Einzelnen einzugehen, ist nicht möglich; diese Zeilen sollen lediglich auf das Erscheinen des reichhaltigen und interessanten Werkes hinweisen, das zweifelsohne auch anregend wirken wird.

K. Goebel.



P. Dietel del.

W. A. Meyn. Lith. Inst. Berlin S.

Untersuchungen über einige Brandpilze.

Von
P. Dietel.

Hierzu Tafel III.

Im Folgenden sollen einige Beobachtungen mitgetheilt werden, die sich dem Verfasser gelegentlich der Untersuchung einer Anzahl von Brandpilzen ergaben und die für die Beurtheilung mehrerer Gattungen nicht unwichtig zu sein scheinen.

Auf Andropogon Ischaemum tritt fast allenthalben, wo dieses Gras vorkommt, eine Ustilago-Art auf, welche nach den fast wörtlich übereinstimmenden Angaben in Pilzfloren und anderen mykologischen Schriften die Blütenteile bis auf die Spindeln zerstört. So häufig nun auch dieser von Fuckel als Ustilago Ischaemi benannte Pilz gefunden und untersucht worden ist, so finde ich doch nirgends eine Angabe über eine auffallende Hüllbildung, welche die Brandsporenmassen desselben wenigstens anfangs umschliesst und die in zerfetztem Zustande auch in den vorgeschritteneren Stadien des Brandes zu finden ist. Löst man einen brandigen Blütenstand der genannten Art in hinreichend jungem Zustande aus den umhüllenden Blättern heraus, so erscheint derselbe als ein spindelförmiger, an seinem vorderen Ende bisweilen gegabelter und in zwei Spitzen auslaufender Körper (Fig. 1). Mitunter sind auch zwei getrennte Sporenmassen vorhanden und vielleicht kommen, entsprechend den einzelnen Aehrchen, auch noch mehr an derselben Axe vor. Dieser Sporenkörper ist bedeckt von einer im trockenen Zustande lederfarbenen, derben Hülle, die auch trocken nicht brüchig, sondern zäh und elastisch ist. Die grösste Länge, welche ich an den wenigen von mir untersuchten derartigen Hüllen gemessen habe, betrug 3 cm, die Breite 1—1,5 mm. Indem die Reife der Brandsporenmasse vorwärts schreitet, vergrössert sich ihr Volumen und die Hülle reisst infolge dessen seitlich unregelmässig auf (Fig. 2). In diesem Zustande bleibt sie dann wohl bis zum völligen Absterben des Halmes erhalten. Untersucht man, um den Ursprung der Hülle festzustellen, einen Querschnitt durch eine nicht zu alte Sporenmasse, so erhält man folgenden Befund. Aus den von intercellular verlaufenden Hyphen des Pilzes stark durchsetzten peripherischen Schichten des Stengelgewebes, dessen

Zellen von den Hyphen vielfach völlig umschlossen sind, erheben sich senkrecht gegen die Stengeloberfläche die fertilen Hyphen (Fig. 3). Diese haben stark verquollene Membranen, so dass die Grenzen benachbarter Hyphen gegen einander meist nicht erkennbar sind. Ihr Inhalt ist fadenförmig dünn, zerfällt nach aussen zu in kürzere unregelmässige Portionen, die sich später zu Sporen ausbilden. Weiter nach aussen folgt dann die eigentliche Sporenschicht. Diese enthält Sporen in allen Stadien der Entwickelung: die innersten sind noch klein und farblos, dann folgen grössere, gleichfalls farblose, darauf hellgelb gefärbte, welche, nach aussen an Intensität der Färbung zunehmend, den Uebergang bilden zu den reifen, dunkelbraun gefärbten Sporen, die an der Aussenseite der Sporenschicht lagern. Auf diese dunkle Sporenschicht folgt dann nach aussen unvermittelt eine dicke Schicht aus farblosen Zellen, die Hülle. Die Dicke derselben beträgt meist 70—80 μ. Aussen ist sie überlagert von den dicht anschliessenden flachen, nicht zu normaler Entwickelung gelangten Zellen der Epidermis, die man nur an besonders gut gelungenen Schnitten erkennt. Die Zellen der Hülle sind ungefähr isodiametrisch, arm an Inhalt, mit einer mehr oder weniger gallertartig gequollenen Membran versehen und erweisen sich dadurch als steril gebliebene Sporenanlagen. Die Hülle ist also ein vom Pilze selbst, nicht von der Nährpflanze gebildetes Organ. Von aussen nach innen nehmen die Zellen der Hülle an Grösse etwas zu, die inneren sind etwas grösser als reife Sporen, und namentlich ist der Zusammenhang dieser inneren Hüllzellen, deren Membranen weniger stark gequollen sind, ein loserer als bei den äusseren Zellen der Hülle. Indessen scheint sich diese Verschiedenheit der Ausbildung später mehr und mehr zu verlieren. Mit den Sporen selbst steht die Hülle in keinerlei festem Zusammenhang, ihre inneren Zellen ragen unregelmässig nach innen hervor.

Betrachtet man ein Stück der Hülle in der Flächenansicht, so lassen die Zellen derselben, besonders auf der inneren Seite der Hülle, vielfach eine kettenförmige Anordnung deutlich erkennen. Durch Quetschung des Präparates kann man solche Zellreihen ohne Schwierigkeit aus dem Verbande der anderen loslösen (Fig. 4). Sie sind bald einfach, bald verzweigt, und ihre Entstehung aus einer einfachen oder verzweigten Hyphe ist sehr deutlich zu erkennen. Sie erstrecken sich in der Längsrichtung des Axentheiles, auf welchem sie gebildet wurden.

Untersuchen wir ferner einen Querschnitt durch ein älteres Sporenlager, so ergeben sich einige Unterschiede gegenüber dem

oben geschilderten Bilde. Die sporenbildenden Hyphen haben ihre Thätigkeit eingestellt, sie sind selbst ganz in der Sporenbildung aufgegangen, und die untersten, oft noch farblosen Sporen sind ziemlich gross. Die ganze Sporenmasse ist in radialer Richtung in ungleich breite Partien zerklüftet (Fig. 5), und in den schmalen Zwischenräumen zwischen den einzelnen Theilmassen findet man mitunter einzelne sterile, farblose Zellen, die bisweilen auch zu mehreren zusammenhängen, endlich verlaufen in diesen Zwischenräumen bisweilen auch einzelne Hyphen. An Schnitten durch junge Sporenlager findet man gewöhnlich zwischen den sporenbildenden Hyphen einzelne schmale Bündel längerer Hyphen, die sich anscheinend an der Sporenerzeugung nicht oder nur träge betheiligen. Hierdurch mag die Zerklüftung der Sporenmasse bedingt sein.

Wenn wir endlich auf die nackten Spindeln, von denen die Brandsporenmasse verstäubt ist, noch einen Blick werfen, so erscheinen dieselben unter der Loupe eigenthümlich rauh. Mit Hilfe des Mikroskopes erkennen wir, dass das rauhe Aussehen von unregelmässigen, nicht selten kettenförmigen Zellcomplexen herrührt, die an der Stengeloberfläche nach den Sporen vom Mycel als letztes Produkt seiner Thätigkeit noch erzeugt wurden. Diese Zellfäden und Zellcomplexe unterscheiden sich in der Beschaffenheit ihrer Zellen in keiner Weise von den Zellen, aus welchen die Hülle aufgebaut ist. Insbesondere weist ihre Anordnung darauf hin, dass sie genau wie diese durch Theilung einfacher oder verästelter, steriler Hyphen entstanden sind. Mit der Hülle stehen diese Bildungen in keiner Verbindung.

Die hier mitgetheilten Beobachtungen weichen erheblich von den Angaben ab, welche Winter 1876 in dieser Zeitschrift (Nr. 10 u. 11) über die Entstehung der Sporen gemacht hat. Wenn man aber die seiner Abhandlung beigegebenen Figuren auf Tafel VII vergleicht, so ergibt sich, namentlich aus Fig. 3—5, mit voller Bestimmtheit, dass sich seine Angaben über die ersten Stadien der Sporenbildung nicht auf Sporen selbst, sondern auf die Hülle beziehen. Augenscheinlich hat Winter den Pilz in so jugendlichen Stadien untersucht, dass reife Sporen noch gar nicht vorhanden waren, andernfalls hätte ihm der Unterschied zwischen Sporen und Hüllzellen nicht entgehen können.

Ustilago Ischaemi bringt also zweierlei Hyphen hervor. Die peripherischen, unmittelbar unter der Epidermis der Nährpflanze in ziemlich dicker Schicht auftretenden, verlaufen im Wesentlichen der Stengelaxe parallel und entwickeln sich zu sterilen, farblosen Hüll-

zellen, die fertilen, senkrecht zu jenen von innen nach aussen gerichtet, bringen durch succesive Abgliederung die Brandsporen hervor und erschöpfen sich in der Bildung derselben. Während der Sporenbildung erhält die Hülle keinen weiteren Zuwachs in ihrer Dicke, es werden aber am Ende der Sporenbildung von innen her nochmals einzelne, unter einander nicht zusammenhängende Complexe aus sterilen Zellen gebildet, die denen der Hülle völlig gleich sind. Die biologische Bedeutung dieser Zellcomplexe ist unklar, vielleicht befördern sie die Ausstreuung der Sporen durch Auflockerung der Sporenmassen.

Hierbei muss ich einer eigenthümlich abweichenden Form unseres Pilzes Erwähnung thun, die ich als forma Andropogonis provincialis von der typischen Form unterscheiden möchte. Ich erhielt diesen auf Andropogon provincialis auftretenden Pilz vor längerer Zeit durch Mr. J. B. Ellis aus dem nordamerikanischen Staate Kansas. Das ganze Auftreten desselben, die Gestalt und Beschaffenheit der hell lederfarbenen Hülle, die Grösse, Farbe und Gestalt der Sporen ist genau die gleiche wie bei der typischen Form. Durchschneidet man eine junge Brandpustel an einer beliebigen Stelle oder eine schon ältere an ihrer Basis, so findet man auch hier kaum etwas Abweichendes: aussen die Hülle, darunter die Sporen in verschiedenen Reifezuständen und zu innerst die sporenerzeugenden Hyphen. In Schnitten durch etwas ältere Theile sieht man aber bereits zwischen den noch farblosen unreifen Sporen undeutliche Knäuel von abweichender Beschaffenheit, über welche ein Schnitt durch den oberen, in der Entwickelung am meisten vorgeschrittenen Theil des Brandlagers nähere Auskunft gibt. Man findet da, in die dunkle Sporenmasse eingebettet, Klumpen aus farblosen Zellen mit gallertigen Membranen (Fig. 6). An einem solchen Zellcomplex zeigt sich nie eine Spur von Färbung, ihre etwaige Ausbildung zu Sporenballen ist also ausgeschlossen. Vielmehr sind ihre Zellen von gleicher Beschaffenheit wie die der Hülle. Die Gestalt und Grösse dieser Zellballen ist ziemlich verschieden, mitunter sind sie cylindrisch, an ihrer Basis noch festsitzend, meist unregelmässig rundlich und von allen Seiten von Sporen umgeben. Nicht selten stehen mehrere solcher Ballen in einer Reihe übereinander, sind also von denselben Hyphen succesive gebildet worden. Auch bei dieser Pilzform auf Androp. provincialis bleiben nach dem Verstäuben der Brandsporen an der Spindel Complexe steriler Zellen stehen, die hier etwas compacter sind als bei der typischen Form. Aber weder diese, noch die lose

im Brandsporenpulver eingebetteten stehen mit den Zellen der Hülle in irgend welcher Verbindung. Bei dieser forma Andropogonis provincialis beginnen also die den fertilen Hyphen beigemischten sterilen Fäden ihre zellbildende Thätigkeit schon, während die Sporenbildung noch im vollen Gange ist.

Aus dem Mitgetheilten ist ersichtlich, dass Ustilago Ischaemi in die Gattung Cintractia Cornu zu versetzen wäre, wenn sich dieselbe als eine natürliche erwiese. Aber schon Magnus hat (Berichte der Deutschen Bot. Gesellschaft XIV. Jahrg. S. 219) seinen Zweifel geäussert, ob sich die Unterscheidung der Gattungen Ustilago und Cintractia auf Grund der centripetal fortschreitenden Sporenbildung werde aufrecht erhalten lassen. Zur Entscheidung dieser Frage sollen die folgenden Angaben mit beitragen.

Von den bisher bekannten Arten der Gattung Cintractica zeigt C. Krugiana P. Magn., die nach Hennings[1]) identisch ist mit Ustilago leucoderma Berk., im Aufbau des Sporenkörpers die meiste Uebereinstimmung mit Ust. Ischaemi. Es ist eine stark entwickelte Hülle vorhanden und die Brandsporenmasse zeigt anscheinend schon von vornherein die Zerklüftung in radialer Richtung, die bei Ust. Ischaemi erst später deutlich bemerkbar wird. Das Mycel lebt intracellular in den Parenchymzellen und den Epidermiszellen von Rhynchospora gigantea und durchbohrt die Aussenwände der letzteren. Während also bei Ustilago leucoderma die Sporenlager ausserhalb der Epidermis der Nährpflanze gebildet werden, werden sie bei Ust. Ischaemi unmittelbar unter derselben angelegt. Dieses letztere ist auch der Fall bei Cintractia Seymouriana P. Magn. auf Panicum crus galli.[2]) Hier wird unter der Epidermis eine Hülle aus dicht verflochtenen Hyphen gebildet, die aber nicht zu steril bleibenden Sporenanlagen sich umbilden. Bei Ustilago Caricis (Pers.), die nach Magnus[3]) gleichfalls zur Gattung Cintractia gehören würde, werden die Sporenlager in den Epidermiszellen des Fruchtknotens angelegt, die Aussenwände dieser Zellen werden abgesprengt und bilden mit einer Schicht dicht verflochtener Hyphen, die ihnen fest anliegt, eine dünne Hülle um die Sporenmasse.

Ausser anderen der fraglichen Gattung zugehörenden Arten, über welche meist speciellere Angaben fehlen, ist nun hier noch Ustilago hypodytes (Schlechtd.) anzuschliessen. Auch hier findet eine basipetal

1) Hedwigia XXXIV. S. 335.

2) Berichte d. Deutschen Bot. Ges. XIV. Jahrg. S. 216—222.

3) Abhandlungen des Bot. Ver. d. Prov. Brandenburg XXXVII. S. 78.

fortschreitende Sporenbildung statt. Das Mycel dieses Pilzes lebt in den Epidermiszellen und den darunter liegenden Parenchymzellen. Die Aussenwände der ersteren werden von ihm durchbrochen und auf der Oberfläche des Stengels tritt dann die Sporenbildung ein (Fig. 7). Eine Hülle fehlt diesem Pilze vollständig. Auch Ustilago Sorghi (Link) würde als ein Glied der Gattung Cintractia zu betrachten sein. Auf Schnitten durch junge erkrankte Fruchtknoten, in denen die Reife der Sporen eben erst begonnen hat, sieht man zu äusserst die ziemlich kräftige Hülle, die einen ganz ähnlichen Bau wie bei Ust. Ischaemi zeigt und aus 5—6 μ dicken farblosen, in etwa isodiametrische Glieder getheilten Hyphen besteht, welche vorwiegend in der Längsrichtung des Fruchtknotens verlaufen. Darauf folgen nach innen die Sporen in den verschiedensten Reifezuständen. Die jüngsten Sporenanlagen sind zum Theil von ausserordentlicher Kleinheit und in eine reichliche Gallertmasse eingebettet, an welcher oft noch undeutlich der radial nach aussen gerichtete Verlauf der Hyphen erkennbar ist, durch deren Verquellung sie entstanden ist (Fig. 8). Namentlich aber lässt die Anordnung der Sporenanlagen zu bisweilen langen, unverzweigten Ketten keinen Zweifel über ihre Entstehung. Diese sporenbildenden Hyphen haben einen Durchmesser von nur 1—1,5 μ. Durch die Gallertmasse hindurch, der diese Sporenanlagen eingebettet sind, ziehen sich radial nach aussen Stränge aus lose verflochtenen, 3—5 μ dicken Hyphen, die sofort als sterile Fäden zu erkennen sind. Manche dieser Stränge sind nach aussen zu verzweigt. Die Hyphen selbst sind unregelmässig septirt, verzweigt, mit einer deutlichen Membran umgeben, aber nach aussen hin verquellen sie mehr oder weniger vollständig, so dass man zwischen den reifen Sporen keine oder nur geringe Spuren derselben findet. Die eben beschriebenen Stränge sowohl als auch die dünnen fertilen Hyphen entspringen aus einer Lage dicht verflochtener Hyphen von etwa 3 μ Durchmesser, welche eine von der Nährpflanze, einer Verlängerung der Aehrchenaxe, gebildete Columella auf ihrer Oberfläche rings bedeckt.

Will man sich über die Verwandtschaftsverhältnisse der angeführten Arten ein Urtheil bilden, so wird man namentlich auf die Keimungsweise mit Rücksicht zu nehmen haben. Da zeigte sich nun eine ganz erhebliche Verschiedenheit. Bei Ustilago Caricis und der ihr offenbar nahe verwandten Ustilago subinclusa Körn. theilt sich nach Brefeld das Promycel, sobald seine Spitze die Luft erreicht hat, in zwei übereinander stehende Zellen. Jede der beiden Zellen erzeugt auf einem Sterigma eine Conidie, neben welcher nach und nach

noch weitere Conidien entstehen, so dass auf diese Weise je ein unregelmässiges Köpfchen gebildet wird. Die Conidien sprossen in Nährlösung nicht, sondern keimen zu längeren, unfruchtbaren Keimschläuchen aus. Diese von anderen Ustilago-Arten abweichende Keimungsweise hat Brefeld veranlasst, für die genannten beiden Arten eine neue Gattung Anthracoidea aufzustellen. Dabei blieb es zunächst ungewiss, ob sich dieselbe etwa mit der Gattung Cintractia deckt. Dies ist nun nicht der Fall, denn die anderen Arten mit reihenweiser Sporenabschnürung stimmen, soweit sie untersucht sind, in der Art der Keimung mit jenen beiden nicht überein. Ust. Ischaemi zeigt im Wesentlichen die normale Keimung anderer Ustilago-Arten, allerdings mit zurücktretender Conidienbildung, und bei Ust. hypodytes werden gar keine Conidien gebildet, die Fruchtträgerzellen keimen zu langen Fäden aus. Bei Ust. Sorghi bringen die vierzelligen Fruchtträger spärlich lange spindelförmige Conidien hervor, die in hohem Masse zum Anwachsen an die Träger neigen; bei Ust. Junci Schw., die nach Trelease auch zur Gattung Cintractia gehören würde, werden in Wasser lange ungeteilte Keimfäden ohne Conidien gebildet. Das sind also so erhebliche Verschiedenheiten, dass eine Zusammenfassung aller Arten mit reihenweiser, basipetal fortschreitender Sporenabschnürung in eine Gattung Cintractia nicht als eine natürliche erscheint. —

Es mögen hier noch einige Bemerkungen über verschiedene bei Ustilagineen vorkommende Hüllbildungen Platz finden. Den höchsten Grad der Differenzirung zwischen hüllbildenden und sporenbildenden Hyphen finden wir unzweifelhaft bei solchen Arten wie Ust. Ischaemi und Ust. Sorghi, denen noch Ust. Panici miliacei (Pers.), Ust. leucoderma Berk. und wohl noch manche andere Arten sich an die Seite stellen lassen, die ihre Hülle in der gleichen Weise aufbauen. Bei Ustilago Seymouriana (Magn.) auf Panicum crus galli sind die dicken Brandbeulen nur von der stark aufgetriebenen Epidermis umhüllt. Eigenartig ist dagegen die Hüllbildung bei Ustilago grandis Fries. Dieser Pilz ruft bekanntlich eine auffällige Deformation an Phragmites communis hervor. Die befallenen Internodien (stets nur die oberen) sind mehr oder weniger verkürzt, aufgetrieben und an den Halmknoten eingeschnürt. Das Brandsporenpulver wird in diesen Stengelgliedern in grossen Massen gebildet und ist in eine derbe, im trockenen Zustande brüchige Hülle eingeschlossen. Diese ist von sehr verschiedener Dicke: an den obersten, nur wenige Millimeter langen Internodien wird sie gebildet von der zarten, unentwickelten Epidermis

und einer unter dieser sich ausbreitenden, mit ihr verwachsenen dichten Hyphenschicht; an älteren Internodien ist sie durchschnittlich 5—6 Zellenschichten dick, besteht aber an manchen Stellen auch aus 10—12 Zellschichten. Diese Zellen gehören der Nährpflanze an, sind aber in auffallender Weise modificirt. Sie sind kurz, etwa so lang als breit, weitlumig, ihre Wände sind nicht verdickt (s. Fig. 9). Auch die Epidermiszellen solcher erkrankter Internodien sind kurz und weder an ihrer Aussenwand erheblich verdickt, noch weisen die Radialwände die in so starkem Masse ausgeprägten Verdickungen der normalen Oberhautzellen auf (vergl. Fig. 10 und 11). Spaltöffnungen fehlen dieser Epidermis. An manchen Stellen, besonders der aus wenigen Zellschichten bestehenden Hüllen, findet man aber, dass in der Längsrichtung des Internodiums Epidermiszellen von etwa quadratischer Flächenansicht mit solchen, die erheblich kürzer sind, abwechseln. Hier sind also wenigstens die Mutterzellen des Schliesszellenapparates der Anlage nach vorhanden, da auch bei der normal ausgebildeten Epidermis zwischen je zwei Epidermiszellen eine Spaltöffnung liegt (vergl. Fig. 10 und 11). — Die weiter nach innen gelegenen Elemente des Stengels, namentlich die Gefässbündel, zeigen die normale Ausbildung, jedoch befindet sich unter der sporenbildenden Zone an vielen Stellen ein mehrschichtiges, kurzzelliges Parenchym gleich demjenigen, aus welchem die Hülle besteht. An manchen erkrankten Internodien sind auch einzelne Partien gesund geblieben. Hier sieht man nun häufig an den Stellen, wo sich der äussere Parenchymmantel mit dem inneren vereinigt, einzelne Sporenklumpen nestartig in das Parenchymgewebe eingeschlossen. — Für den Pilz ist der Aufbau der Hülle aus kurzen, dünnwandigen, parenchymatischen Zellen statt der dickwandigen prosenchymatischen Elemente insofern ein Vortheil, als infolge dieser Beschaffenheit die Hülle ziemlich leicht aufreisst, und zwar in der Querrichtung ebensowohl als in der Längsrichtung.

Auf der Innenseite der Hülle und an der Oberfläche der der Hülle und der Sporen entblössten Stengeltheile findet man zahlreiche derbe Zotten von 1—2 mm Länge. Es sind dies Gefässbündel, die ungefähr senkrecht von dem Stengel abbiegen und sich senkrecht an das Innere der Hülle ansetzen. In den jüngsten Internodien findet man an ihrer Stelle kräftige Hyphenstränge, die aussen sich gabeln und beiderseits sich unter der wenig entwickelten Epidermis als eine continuirliche Hyphenschicht fortsetzen. Diese Hyphenstränge sind nur von wenigen isolirten Gefässen durchsetzt. Es bietet hierdurch

Ustilago grandis eine gewisse Analogie mit Ust. Sorghi, Ust. Seymouriana u. a., und es wäre wohl der Mühe werth, zu untersuchen, ob nicht auch auf Phragmites die Sporenbildung in Reihen vor sich geht, wie bei jenen Arten. Das vorliegende Material war zu einer solchen Untersuchung nicht geeignet, da es theils im Herbste, theils nach der Ueberwinterung im Frühjahr gesammelt war.

Eine vom Pilze selbst entwickelte Hülle besitzt bekanntlich Sphacelotheca Hydropiperis (Schum). Diese besteht aus isolirten, lose vereinigten rundlichen Zellen mit farbloser Membran und wenig Inhalt. Sie sind etwas kleiner als die Sporen und sind als sterile Sporenanlagen noch leichter zu erkennen als die Hüllzellen von Ust. Sorghi, Ischaemi etc. Ebenso wie die Hülle ist die bei diesem Pilze vorhandene Columella beschaffen. Mit Rücksicht darauf, dass die weit höher entwickelten Hüllbildungen der oben besprochenen Ustilago-Arten nicht zu einer Trennung der Gattungen berechtigen, erscheint die Gattung Sphacelotheca überflüssig. —

Die Blidung der Sporen in basipetal reifenden Reihen war unter den Ustilagineen bisher nur bei den in die Gattung Cintractia zusammengefassten Arten von Ustilago bekannt. Sie kommt aber auch noch bei einer Art vor, die einer anderen Gattung angehört, nämlich bei Tolyposporium Junci (Schröt.). Allerdings sind es hier nicht einzelne Sporen, sondern Sporenballen, welche reihenweise entstehen. Die Brandsporenlager dieses Pilzes brechen in den Blüthen, an den Blüthenstielen und Halmen (besonders an deren Basis) von Juncus bufonius und J. capitatus hervor als schwarze Krusten. Das Mycel lebt intracellular in den äusseren Zellschichten, dringt in die Epidermiszellen ein, die es vollständig ausfüllt, und durchbricht dann die Aussenwand derselben. Auch einzelne unter der Epidermis gelegene Zellen scheinen auf diese Weise zerstört zu werden. Die an die Oberfläche der Nährpflanze getretenen Hyphen wachsen dann senkrecht nach aussen, sind fest mit einander verwachsen und bilden so ein Stroma, in welchem die Sporenkörper entstehen (Fig. 12). Die Hyphen sind farblos oder blassbraun. Die Sporenballen findet man in unregelmässigen Reihen in das Stroma eingebettet. Jede dieser Reihen entspringt anscheinend einer Epidermiszelle, deren Reste allerdings meist nicht mehr erkennbar sind. Die jüngsten Anlagen der Sporenkörper stellen sich als Knäuel farbloser kleiner Zellen dar, welche sonstige Einzelheiten nicht genau erkennen lassen. Sie sind in diesem Zustande in Gallerte eingebettet. In der hier beschriebenen Weise tritt Tolyposporium Junci allerdings nur in wohlausgebildeten

Stengelpolstern auf, in anderen Lagern sind die sterilen Hyphen weniger reichlich entwickelt, nicht zu einem compacten Stroma vereinigt, und die reihenweise Entstehung der Sporenballen tritt ganz zurück.

Die Sporenbildung von Tolyposporium Junci zeigt eine gewisse Analogie mit der auf Andropogon provincialis vorkommenden Form von Ustilago Ischaemi. Denkt man sich nämlich in Fig. 12 statt der sterilen Hyphen des Stromas die reihenweise gebildeten Sporen und statt der Sporenballen Ballen aus sterilen farblosen Zellen, so hat man genau das Bild, welches ein Schnitt durch ein Sporenlager von Ustilago Ischaemi f. Androp. provincialis darbietet. Diese eigenthümliche Beziehung, diese Vertauschung, welche die beiderlei Elemente des Pilzes hier zeigen, würden wir nicht der Erwähnung für werth gehalten haben, wenn nicht das Gleiche bei zwei einander nahe verwandten Brandpilzformen unter den Doassansieen vorkäme. Die Gattung Doassansia ist bekanntlich dadurch ausgezeichnet, dass die Ballen, zu welchen die Sporen vereinigt sind, von einer Schicht steriler, in Form und Färbung abweichender Hüllzellen bedeckt sind. Bei Doassansia Martianoffiana (Thüm.) Schröt. auf Potamogeton natans sind dagegen gerade die Zellen der äussersten Schicht als Sporenzellen entwickelt, während alle von ihnen umschlossenen Zellen steril bleiben und als ein Pseudoparenchym die von den Sporen gebildete Hohlkugel ausfüllen. Wegen dieses abweichenden Baues der Sporenkörper hat Setchell (An Examination of the Species of the genus Doassansia, Cornu.) den in Rede stehenden Pilz nebst einigen anderen von ähnlichem Baue von den typischen Arten der Gattung Doassansia als Untergattung Doassansiopsis getrennt, die man mit gleichem Rechte wohl auch als selbständige Gattung auffassen kann. Setchell gibt allerdings das Vorhandensein von Hüllzellen auch bei dieser Gattung an; in den von mir untersuchten Exemplaren von D. Martianoffiana (Fungi saxonici Nr. 1058a und b) sind sicher keine vorhanden.

Von den wenigen anderen Arten der Gattung Tolyposporium wurden zum Vergleich mit der obigen noch T. bullatum Schröt. auf Panicum crus galli und das californische T. Davidsohnii m. auf Atriplex untersucht. Estere Art bildet ihre Sporenballen in ähnlicher Weise wie die Einzelsporen der meisten Ustilago-Arten entstehen: die Membranen der dicht verflochtenen Mycelfäden verquellen und in der Gallertmasse treten Gruppen kleiner Zellen auf, die sich zu den Sporenballen entwickeln (Fig. 13). Diese Zellen stammen von verschiedenen Hyphen, möglicherweise auch von den Ver-

ästelungen einer Hyphe ab. Bei T. Davidsohnii dagegen gehen sie durch nachträgliche Theilung aus einer Mutterzelle hervor (s. Fig. 14). Man wird daher diesen Pilz aus der Gattung Tolyposporium ausscheiden müssen. In Hinblick auf die grosse Mannigfaltigkeit in der Verbindung der Sporenzellen schlagen wir für ihn die Bezeichnung Poikilosporium vor.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Eine Brandpustel von Ustilago Ischaemi Fckl., an der Spitze gegabelt. Nat. Gr.

Fig. 2. Desgl. mit gesprengter Hülle und grösstentheils verstäubten Sporen. Nat. Gr.

Fig. 3. Querschnitt durch ein junges Brandsporenlager von Ust. Ischaemi nach Beginn der Sporenreife. Vergr. ca. 400.

Fig. 4. Zellreihen aus der Hülle desselben Pilzes. Vergr. 500.

Fig. 5. Schnitt durch ein Brandsporenlager von Ust. Ischaemi nach Beendigung der Sporenbildung. Die Sporenmasse ist in einzelne Partien zerklüftet. Dazwischen befinden sich einzelne sterile Zellen. Vergr. 150.

Fig. 6. Ein Ballen steriler Zellen aus einem Brandsporenlager von Ust. Ischaemi forma Andropogonis provincialis. Vergr. 350.

Fig. 7. Querschnitt durch ein junges Sporenlager von Ustilago hypodytes auf Triticum repens. Vergr. ca. 300.

Fig. 8. Aus einem Querschnitt durch ein junges Sporenlager von Ustilago Sorghi. Die Hülle und die Hauptmasse der reifen Sporen ist nicht mitgezeichnet. Vergr. ca. 300.

Fig. 9. Radialer Längsschnitt durch die Hülle von Ustilago grandis. Vergr. 400.

Fig. 10. Epidermiszellen von einer Hülle desselben Pilzes in der Flächenansicht. Vergr. 500.

Fig. 11. Zellen aus der normalen Epidermis von Phragmites communis. Vergr. 500.

Fig. 12. Schnitt durch ein stengelständiges Sporenpolster von Tolyposporium Junci. Vergr. 450.

Fig. 13. Jugendlicher Sporenballen von Tolyposporium bullatum. Vergr. 500.

Fig. 14. Entstehung der Sporen von Poikilosporium Davidsohnii durch Theilung von Mutterzellen. Vergr. 300. *a* Eine dreizellige Spore dieses Pilzes. Vergr. 400.

Zur Systematik der Gattung Vaucheria DC. speciell der Arten der Umgebung Basels.

Von

Hans Götz.

In der Algenflora der Umgebung Basels nimmt die Gattung Vaucheria DC. durch ihre allgemeine Verbreitung, die Anzahl und das oft massenhafte Vorkommen ihrer Species eine wichtige Stelle ein, tritt somit vor den übrigen Algengattungen hervor. Mit wenigen Ausnahmen kann man in allen Gewässern, Teichen, Sümpfen, Weihern, Bächen, Flüssen und ebenso auf den Aeckern und Feldern Vaucheria-Arten finden.

Seit einiger Zeit hatte ich mich schon eingehender mit den Algen beschäftigt, es war mir desshalb eine angenehme Aufgabe, die hier vorliegende, mir von Prof. Dr. Klebs angebotene Arbeit auszuführen. Ich habe mir in ihr die Aufgabe gestellt, die Vaucherien der Umgebung Basels systematisch zu bearbeiten. Allerdings ist die Gattung Vaucheria sehr häufig nach dieser Richtung hin erforscht worden, aber nur in beschränktem Sinne und oft wenig befriedigend, da selbst über sehr verbreitete Arten grosse Unsicherheit bezüglich ihrer Umgrenzung herrscht. Bei den früheren systematischen Arbeiten handelte es sich meistens um eine kurze Charakteristik der Arten, die ihre Unterscheidung erleichterte und es waren ausschliesslich morphologische Verhältnisse die hiebei berücksichtigt wurden. In meiner Arbeit sollen dagegen in möglichstem Umfang verschiedenartige Eigenschaften, morphologische und physiologische, herangezogen werden, so dass dadurch ein viel vollständigeres Bild einer Species erlangt werden kann.

In der Unterscheidung der Arten wurde bis jetzt auf physiologische Unterschiede, z. B. das Verhalten der Alge in verschiedenen Nährlösungen, in verschiedenen Concentrationen wenig Werth gelegt; auch ist die Beschaffenheit der Antheridien nicht genügend genau beobachtet und in Berücksichtigung gezogen worden. Von systematischem Werthe sind auch die Dimensionen der Oosporen, der Zoosporen und Aplanosporen, ebenso die Dicke der Algenfäden, da sich die Grössen der verschiedenen angeführten Theile bei den einzelnen Arten immer innerhalb gewisser Grenzen bewegen.

Vorliegende Arbeit ist unter der Leitung und Beaufsichtigung des Herrn Prof. Dr. G. Klebs im botanischen Institut zu Basel ausgeführt worden. Es ist mir eine angenehme Pflicht, meinem hochverehrten Lehrer für seine werthvolle Unterstützung in Rath und That den verbindlichsten Dank auszusprechen. Auch Herrn Professor Dr. Oltmanns in Freiburg i. B. bin ich für die Zusendung von Material zu Dank verpflichtet.

Die Vegetationsorgane.

Die Vaucherien sind chlorophyllführende Algen, deren Thallus in sterilem Zustande aus einer einzigen schlauchartigen, verzweigten Zelle besteht. Diese wächst an ihrer Spitze. Erweiterungen des Schlauches kommen selten vor. Sie werden durch Räderthiere hervorgerufen, welche in die Fäden ihre Eier legen, wie es schon Vaucher 03 (pag. 32) beschrieben und später Balbiani 78 (7/VII) ausführlich behandelt hat.

Bei sämmtlichen mir zugänglichen Vaucheriaarten bildeten sich die Zweige oder Seitenäste unterhalb der Spitze der Fäden und auf deren ganzer Länge; eine dichotome Verzweigung kam nicht zur Beobachtung.

Die Thalluszelle ist von einer Cellulosemembran umgeben, welche durch Jod und Schwefelsäure blau, durch Chlorzinkjod violett gefärbt wird. Membranverdickungen können an beliebigen Schlauchtheilen auftreten und zwar in verschiedener Gestalt und Ausdehnung. Sie sind in der Jugend farblos und nehmen nach und nach eine braune Färbung an. Solche Erscheinungen haben Solms, Borodin, Stahl und Woronin beobachtet.

Der Inhalt der Vaucheriazelle besteht aus der chlorophyllführenden Plasmaschicht, die von der Zellwand durch eine dünne Lage farblosen Plasmas getrennt ist, und aus dem Zellsaft. Zwischen den spindelförmigen Chlorophyllkörnern und den zahlreichen Oeltröpfchen finden sich eine grosse Anzahl kleiner, kugeliger Zellkerne nach Schmitz 82 in ziemlich regelmässiger Anordnung. Ihre Grösse ist beträchtlich geringer als diejenige der Chlorophyllkörper. Sie sind in Bewegung begriffen und zwar ist die Bewegung keine bestimmte, nach einer Richtung fortschreitende. Da weder die Chlorophyllkörper, noch die Oeltropfen, noch Theile des Protoplasmas in Bewegung sind, so erhält man den Eindruck, als ob die Zellkerne activ beweglich sind; höchstens könnte noch in dem sie direct umgebenden Plasma die Ursache der Bewegung liegen. Diese Bewegung der Kerne, auf

die ich von Prof. Klebs aufmerksam gemacht wurde, veranlasst mich zu einigen Bemerkungen über die Sachs'schen Arbeiten 92 (pag. 57 ff.) und 95 (pag. 405 ff.) „Betrachtungen über Energiden und Zellen". Er sagt: „Unter einer Energide denke ich mir einen einzelnen Zellkern mit dem von ihm beherrschten Protoplasma, so zwar, dass ein Kern und das ihn umgebende Protoplasma als ein Ganzes zu denken sind, und dieses Ganze ist eine organische Einheit, sowohl in morphologischem wie in physiologischem Sinne". Sachs betrachtet eine Siphonee, „deren Protoplasma mit zahllosen, winzig kleinen Chromatinkernen durchsät ist", als eine Vielheit von Energiden.

Da nun jeder Zellkern durch seine Bewegung in den verschiedensten Theilen des Protoplasmas herumgeführt wird, er also, abgesehen von dem ihn direct umgebenden Plasma, beständig neue Gebiete betritt, erscheint die ganze Annahme von solchen Energiden für Vaucheria wenig überzeugend.

Die Bewegung der Kerne ist am besten an solchen Fäden zu beobachten, welche einige Tage in Knop'scher Nährlösung oder in Wasser in der feuchten Kammer cultivirt worden sind, nachdem die durch die Präparation etwa entstandenen Verwundungen vernarbt sind.

Es gelang mir nicht, ebenso wenig wie früheren Forschern, Stärke nachzuweisen, auch nicht in der von Walz 66 (pag. 129) als Vauch. sericea Lyngb. beschriebenen V. ornithocephala Agdh. Bei allen Arten tritt Fettbildung auf [vgl. Borodin 78 (pag. 514) und Schimper 85 (pag. 187)].

Die Chlorophyllkörner sind ziemlich regelmässig im ganzen protoplasmatischen Wandbeleg vertheilt, sie fehlen an der Spitze der Fäden und in den Rhizoiden. Neben dem angeführten Inhaltskörper findet sich im Vaucheriafaden noch ein bis jetzt nicht beobachteter Bestandtheil in Form kugeliger, durchscheinender, verschieden grosser Bläschen, die auf der Grenze von Plasma und Zellsaft sich befinden. Sie erscheinen entweder homogen oder enthalten dunkelbraun gefärbte, tanzende Körperchen. Diese Bläschen drehen sich langsam um ihre Axe und bewegen sich vorwärts, die einen nach der Spitze, die andern nach der Basis des Fadens. Jedes Bläschen zeigt seine Bewegung ohne Rücksicht auf die benachbarten. Zwei nebeneinander befindliche können die gleiche oder die entgegengesetzte Richtung einschlagen. Sie lassen sich gut in wässriger Sublimatlösung ebenso in Osmiumsäuredämpfen fixiren. Alkohol bewirkt eine Gerinnung, so dass sie unter seiner Einwirkung körnig werden und nach einiger Zeit zerfliessen. In Haematoxylin färben sie sich blass violett. Ich

fand diese Körperchen in allen Fäden der von mir untersuchten Vaucheriaarten; am reichlichsten beobachtet wurden sie in Fäden, die einige Zeit im Dunkeln cultivirt worden sind. In solchen Fäden tritt zum Theil eine Degeneration von Chlorophyllkörpern ein, es bilden sich rothbraune bis fast schwärzliche Körperchen, die dann von diesen Bläschen aufgenommen werden, so dass es den Anschein hat als ob die Bläschen die Aufgabe hätten, die Zelle von unnützen Produkten zu reinigen.

Die Thalluszelle ist gewöhnlich ungetheilt. Man kann jedoch hie und da Querwände beobachten, deren Bildung durch äussere mechanische Einflüsse, wie Quetschung, Absterben eines Theiles des Inhaltes, Eindringen von Parasiten etc., hervorgerufen wird. Brüchig gewordene und geknickte Fäden vernarben ihre Verletzungen; vgl. Hanstein 80 (pag. 45—56), Schaarschmidt 82 (pag. 10—13), Klebs 88 (pag. 506—515) etc. Neben diesen Scheidewandbildungen, welche beinahe an jedem Vaucheriarasen beobachtet werden können, hat Stahl 79 (pag. 129—137) Rasen von eigenartigem Wuchse gefunden, deren Fäden durch dicke, gallertartige Querwände in eine Anzahl ungefähr gleich grosser Glieder getheilt ist. In den oberen Theilen des sog. Gongrosirathallus sind die Glieder ungefähr gleich lang, nach unten nehmen sie meist an Länge zu bis die Gliederung aufhört und die Gangrosira in die querwandlose Vaucheria übergeht. Dieses Verhältniss hat schon Kuetzing besprochen, jedoch unrichtig gedeutet.

Vermehrung.

Alle Vaucherien können sich durch Abtrennung mehr oder weniger langer Stücke ihres Thallus vegetativ vermehren. Als vegetative Vermehrungsart ist jedenfalls auch die Bildung der Gongrosiraform aufzufassen, deren Zellen nach Stahl zu neuen Vaucheriaschläuchen sich umbilden können. Häufiger als das einfache Auswachsen soll das Zerfallen des Plasmas, die Bildung von Amoeben sein, die unter fortwährender Gestaltsveränderung auf dem festen Substrat herumkriechen. Nach einiger Zeit nimmt das Plasma Kugelgestalt an und umgibt sich mit einer Membran. Unter günstigen Bedingungen können diese Kugeln zu feinen Vaucheriaschläuchen auswachsen, oder sie gehen bei ungünstigen Bedingungen, wie Austrocknen des Substrates, in den Ruhezustand über. Diese Ruhezellen oder Cysten sind einer Vermehrung durch Theilung fähig. Stahl 79.

Eine andere Art vegetativer Vermehrung wird durch das Zerreissen oder, auf experimentellem Wege, durch das Zerschneiden der

Fäden bewirkt. Hanstein: Bot. Abhlg. IV/2 S. 49, Strasburger: Studien etc. pag. 26, Klebs 88 (pag. 489—568). Hiebei kann ein Theil des Plasmainhaltes austreten und sich, wenn in ihm Kerne vorhanden sind, mit einer neuen Membran umgeben. Die so gebildete Zelle kann zum normalen Schlauche auswachsen.

Die normale Vermehrung findet auf ungeschlechtlichem und geschlechtlichem Wege statt.

Ungeschlechtliche Fortpflanzungsorgane.

Eine ungeschlechtliche Fortpflanzung ist nicht von allen Vaucherien bekannt. Trotz sorgfältigster Cultur dieser Algen, verschiedenartigen physiologischen Versuchen mit Hülfe welcher bei den übrigen Vaucherien die eine ungeschlechtliche Fortpflanzung besitzen, diese mit unfehlbarer Sicherheit veranlasst wird, ist es mir nicht gelungen an allen Vaucherien eine solche nachzuweisen. Sie fehlt bei Vauch. terrestris Lyngb., Vauch. aversa Hass. und Vauch. de Baryana Wor.

Bei der ungeschlechtlichen Fortpflanzung haben wir zweierlei Arten zu unterscheiden.

1. Die Fortpflanzung durch bewegliche Sporen, „Zoosporen".

2. Die Fortpflanzung durch unbewegliche Sporen, die „Aplanosporen", Wille 83 (pag. 507).

Zoosporen finden wir bei Vauch. sessilis (Vauch.) DC., Vauch. repens Hass., Vauch. clavata (Vauch.) DC., Vauch. ornithocephala Agdh., Vauch. polysperma Hass.

Aplanosporen bei Vauch. geminata (Vauch.) DC. von Walz und Wittrock entdeckt. Vauch. racemosa (Vauch.) DC. und Vauch. uncinata Kuetz. Auch soll Vauch. hamata nach Walz solche Aplanosporen bilden.

Die ungeschlechtlichen Fortpflanzungsorgane wurden schon von Vaucher an seiner Vauch. clavata gesehen, ebenso die schon gebildeten und keimenden Zoosporen. Den Zusammenhang zwischen Vauch. clavata und der Vauch. bulbosa erkannte er nicht.

Die Zoosporenbildung wurde zuerst von dem Recensenten der Arbeit Vaucher's 05 (pag. 76) beobachtet und später von Trentepohl 07 ausführlich beschrieben und abgebildet. Agardh, Lyngbye etc. bestritten die Zoosporenbildung, während sie von Nees van Esenbeck und Unger, speciell in dessen Schrift „Die Pflanze im Moment der Thierwerdung", bestätigt wurde. Letzterer beobachtete sorgfältig die Zoosporenbildung und fand als Bewegungsursache die die ganze Spore gleichmässig bedeckenden Cilien.

Thuret 1843 (pag. 270) beobachtete denselben Vorgang an Vauch. sessilis (Vauch.) DC. und lieferte eine Reihe schöner Zeichnungen, die den Bildungsprozess darstellen.

Die Entstehung der Zoosporen wurde von Dippel, Borodin, Strasburger, Berthold, Schmitz etc. beschrieben, ich verweise auf diese Forscher und führe nur das Nothwendigste an.

Die Zoosporangien entstehen an den Enden längerer oder kürzerer Aeste. Diese schwellen entweder stark keulenförmig an wie bei Vauch. clavata und Vauch. sessilis, oder zeigen nur eine sehr schwache Anschwellung wie bei Vauch. repens, Vauch. ornithocephala und Vauch. polysperma. Durch reichliches Ansammeln von Protoplasma mit Oeltröpfchen, vielen Kernen und hauptsächlich von Chlorophyllkörnern, welche sich in 2—3 Schichten übereinanderlegen, werden die Zweigspitzen dunkelgrün gefärbt. Der Inhalt der Zweigspitze trennt sich nun vom übrigen Thallus zuerst durch eine ziemlich breite, farblose Zone, die schon von Thuret beobachtet wurde. Wird die Alge in diesem Moment durch Osmiumsäuredämpfe fixirt und mit Jod gefärbt, so erscheint in der farblosen Zone ein gelbgefärbter Protoplasmastreifen, der die Verbindung der getrennten Plasmatheile darstellt (Fig. 1). Nach kurzer Zeit nähern sich die Plasmamassen bis zur Berührung, es bildet sich die Scheidewand. Nachher reisst die Membran des Zoosporangiums an der Spitze, der Inhalt quillt daraus hervor. Ist die Zoospore frei, so bewegt sie sich vorwärts unter beständigem Auf- und Niedersteigen und einer von links nach rechts gehenden Rotation. Nach einiger Zeit, manchmal erst nach einer halben Stunde, hört die

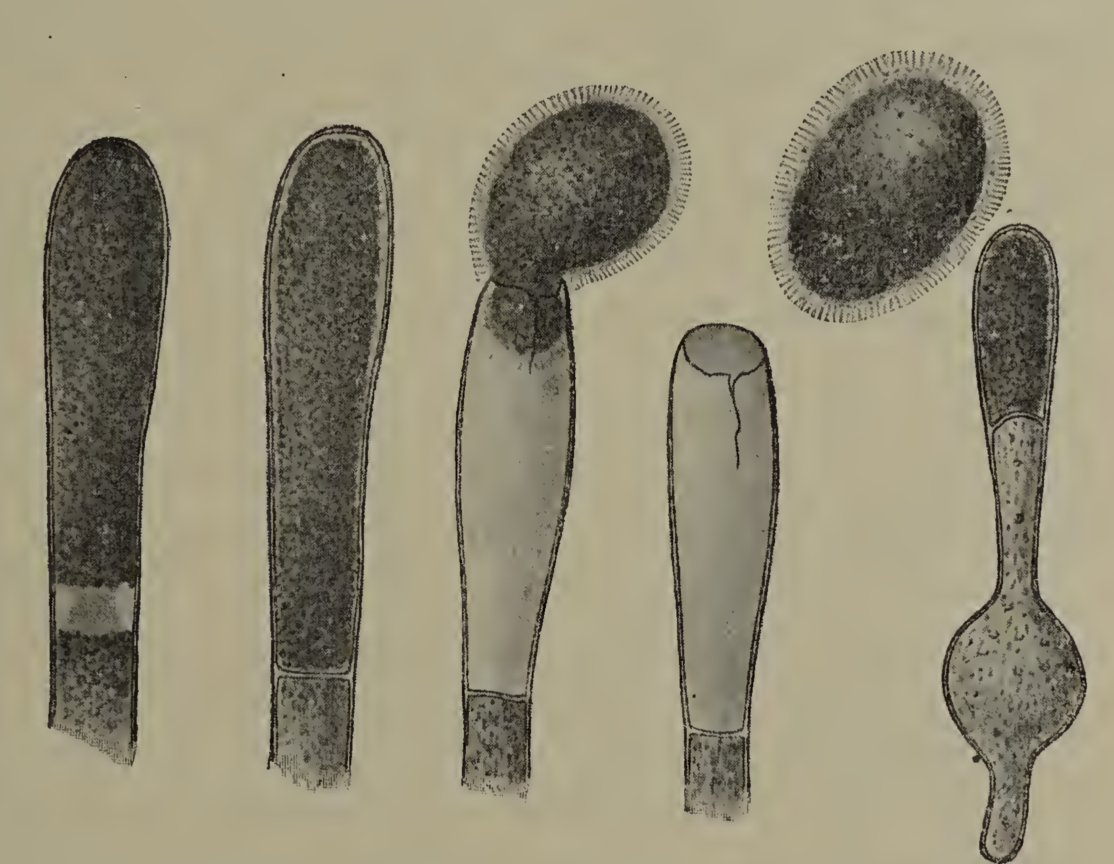


Fig. 1—6. Zoosporenbildung von Vauch. repens Hass. Vergr. 102.

Bewegung auf, die Zoospore verliert ihre Cilien und umgibt sich mit einer Membran. Bei Vauch. clavata, Vauch. sessilis und Vauch. repens erscheinen die Zoosporen als länglich-ovale, chlorophyllhaltige, zuerst membranlose Zellen, die an ihrer Peripherie von einer farblosen Protoplasmaschicht, welche überall dicht mit Cilien besetzt ist, umgeben sind. Jedem Cilienpaar entspricht nach Schmitz ein Kern.

Die Zoosporen von Vauch. ornithocephala, welche von Walz zuerst beobachtet wurden und von Vauch. polysperma, die von mir zuerst gesehen wurden, unterscheiden sich von den eben beschriebenen Zoosporen durch einen breiten, farblosen Protoplasmasaum, der besonders an der Spitze sehr deutlich auftritt, durch die Anordnung ihrer Cilien, welche bei diesen Arten nur an der vorderen Hälfte in grossen Mengen auftreten, ebenso durch ihre nach vorn zugespitzte und an der Spitze breit abgeflachte Gestalt.

Die Aplanosporen werden auf eine ähnliche Weise gebildet, vgl. Wittrock und Walz. Chlorophyll und Protoplasma sammelt sich in den Enden kürzerer oder längerer, keulenförmig angeschwollener Aeste an, die sich alsdann durch eine Scheidewand zum Sporangium abtrennen. Aus dem ganzen Inhalt des Sporangiums bildet sich eine Spore, indem er sich von der Wand etwas zurückzieht und mit einer besonderen Cellulosemembran umgibt. Später zerreisst das Sporangium an der Spitze, die Spore schlüpft entweder aus und bleibt unbeweglich liegen oder sie keimt direct im Sporangium aus.

Die Aplanosporen von Vauch. geminata haben eine eiförmige Gestalt, treten oft massenhaft auf und bilden traubenförmige Büschel. Dasselbe gilt von den Aplanosporen von Vauch. racemosa und Vauch. uncinata, welche rundliche Sporen besitzen, die kleiner als diejenigen von Vauch. geminata sind.

Die Zeit des Auskeimens der Zoosporen und Aplanosporen ist verschieden. Erstere keimen bald nachdem sie zur Ruhe gekommen sind, oft wenige Stunden nachher, indem sie ein bis drei Keimschläuche aussenden. Die Aplanosporen keimen erst nach längerer Zeit, manchmal einigen Wochen und auch dann nur in feuchter Luft oder in fliessendem Wasser. Die Keimschläuche der Aplanosporen haben an ihrer Basis eine Einschnürung; hiedurch sind die keimenden Aplanosporen von den keimenden Zoosporen leicht zu unterscheiden.

Zum Schlusse der Besprechung der ungeschlechtlichen Fortpflanzung will ich noch die wichtigsten Methoden zur Erzeugung der Zoosporen und Aplanosporen, wie sie G. Klebs in seiner neuerdings erschienenen Arbeit angibt, anführen, mit Hülfe welcher man

dieselben zu jeder Zeit, unfehlbar und in grossen Mengen, erhalten kann, und verweise im Uebrigen auf die eben erwähnte Arbeit.

I. Erzeugung der Zoosporen.

1. Die mehrere Tage feucht und hell cultivirte Alge wird mit reinem Wasser übergossen.

2. Die in 0,2—0,5 % Knop'scher Nährlösung hell cultivirte Alge wird in reines Wasser übergeführt.

3. Culturen in Wasser oder Nährlösungen von 0,1—0,2 % verdunkelt.

Zur Erzeugung besonders lebhafter Zoosporenbildung combinirt man Methode 1 oder 2 mit Methode 3.

Für Vauch. clavata (Vauch.) DC. und Vauch. ornithocephala Agdh. hat Methode 2 keine grosse Bedeutung. Für diese Arten kommt noch folgende Methode hinzu, die darin besteht, die Alge aus lebhaft fliessendem Wasser in ruhig stehendes überzuführen.

II. Erzeugung von Aplanosporen.

Die Aplanosporen treten nur dann in grösseren Mengen auf, wenn die Alge eine Zeit lang in relativ ungünstigen äusseren Bedingungen gelebt hat.

Um Aplanosporen zu erzeugen, cultivirt man die betreffenden Algen am besten auf feuchter Erde und in relativ trockener Luft, oder in 4—6 % Rohrzuckerlösungen oder in Maltose. Nährlösungen haben wenig Werth.

Ueber den Einfluss äusserer Bedingungen gehe ich hinweg, weil derselbe in der Arbeit von Prof. Klebs eingehend behandelt ist.

Die geschlechtliche Fortpflanzung.

Eine geschlechtliche Fortpflanzung ist von allen Vaucheriaarten bekannt. Schon Micheli 29 hat eine Andeutung derselben bei Byssus velutina (Vauch. terretris Lyngb.) gesehen. Beobachtet wurden sie zuerst von Vaucher 03, welcher auch eine Hypothese über die Sexualität der Vaucherien aufstellte. Er fand neben den Oogonien (semences) kleine gekrümmte Zweiglein, die er wegen ihrer Aehnlichkeit mit einem Horn „Cornes“ benannte. Er glaubte, dass diese Zweiglein die männlichen Organe seien und zum Austritt des Inhaltes der Vaucheriazelle dienten, in welcher er den „poussière fécondante“, den befruchtenden Staub vermuthete. Scheidewände, welche

das Antheridium abgrenzen, hat er nicht bemerkt. Link, Trentepohl und Meyer bezeichneten diese Hörnchen als verkümmerte Zweige. Nägeli und Hassall anerkannten die Nothwendigkeit der Hörnchen zur Bildung der Sporen, sahen jedoch die Geschlechtsorgane als Conjugationsorgane an, welche Anschauung von Dippel getheilt und gegen Pringsheim verfochten wurde. Der Beweis, dass die Hörnchen als männliche Organe functioniren, in ihrem Innern eine grosse Menge von Spermatozoiden erzeugen, welche den Inhalt des Oogoniums befruchten, wurde von Pringsheim 55 (pag. 133) geliefert, der den Befruchtungsvorgang an Vauch. sessilis (Vauch.) DC. verfolgte. Bestätigt wurden dessen Beobachtungen von de Bary an Vauch. aversa Hass., von Schenk an Vauch. geminata (Vauch.) DC. Walz 66 hat später bei andern Vaucheriaarten die Bildung und den Bau der Geschlechtsorgane untersucht, ohne wesentlich Neues hinzuzufügen. Ueber die feineren histologischen Details bei dem Befruchtungsprocess, über den noch viele Zweifel herrschten, vgl. Schmitz und Behrens etc., wurde erst durch die neueste Arbeit von F. Oltmanns 95 Klarheit gebracht. Solms-Laubach studirte hauptsächlich die Geschlechtsorgane der diöcischen Vauch. dichotoma. Es ist mir nicht gelungen, diese Vaucheria in der Umgebung von Basel zu finden oder sonstwie zu erhalten, so dass ich nicht weiter darauf eingehen werde.

Bei der Mehrzahl der Arten finden sich die Geschlechtsorgane, die Antheridien und Oogone auf demselben Faden, oder auf gemeinschaftlichem Fruchtträger.

Die männlichen Organe, die Antheridien, sind einfache Zellen von verschiedenster Form. Bei Vauch. ornithocephala Agdh., Vauch. polysperma Hass. und Vauch. aversa Hass. ist es eine kleine, nach vorn zugespitzte cylindrische Zelle, die dem Thallusfaden direct aufsitzt oder kurz gestielt ist, mit diesem einen spitzen Winkel bildet oder ihm parallel verläuft und auf der einen oder auf beiden Seiten der Oogoniumreihe stehen kann. Bei Vauch. clavata (Vauch.) DC., Vauch. terrestris Lyngb., Vauch. sessilis (Vauch.) DC., Vauch. repens Hass., Vauch. hamata Walz, Vauch. uncinata Kuetz., Vauch. racemosa (Vauch.) DC. sind es kürzere oder längere, hornförmig gebogene oder schneckenartig eingerollte Zellen, welche immer auf einem Stiele sitzen, der zum Vaucheriafaden senkrecht steht. Bei Vauch. pachyderma Walz ist das Antheridium von einer beutelförmigen, gekrümmten Zelle gebildet, welche am Ende eines kurzen, gebogenen Stieles herabhängt. Vauch. geminata (Vauch.) DC., Vauch. De

Baryana Wor. besitzen kleine Antheridien, die entweder hornförmig gebogen am Ende eines ebenso gebogenen Stieles stehen, oder aufrecht auf demselben sitzen, im Gegensatze aber zu den Antheridien der übrigen Arten, welche eine terminale Oeffnung zum Austritt der Spermatozoiden haben, eine, zwei oder drei seitliche Ausstülpungen besitzen.

Das Antheridium ist immer von seinem Träger resp. Stiele durch eine Scheidewand abgegrenzt und enthält bei seiner völligen Ausbildung Spermatozoiden, unverbrauchtes Protoplasma, Chlorophyllkörner, ausserdem findet man in demselben bei Vauch. ornithocephala Agdh. kleine rothe Oeltröpfchen Walz 66 (p. 150). Die Spermazoiden sind nach Pringsheim bei allen Arten längliche protoplasmatische Gebilde, welche zwei ungleich lange Cilien besitzen, deren eine vorn und deren andere nach hinten gerichtet ist. Sie entspringen an einem Punkte nahe dem vorderen Ende des Spermatozoids. Nach Walz sollen sich die Spermatozoiden seiner Vauch. sericea Lyngb. (Vauch. ornithocephala Agdh.) von den Spermatozoiden der übrigen Formen durch die verschiedene Anordnung der Cilien unterscheiden. Sie entspringen bei dieser Art an den beiden Enden des Spermatozoids.

Die Oogonien sind bei vielen Arten schiefe, mehr oder weniger breit-eiförmige, bei andern kugelige oder convex-plane oder convex-concave Gebilde, welche an dem einen Ende in einen kürzeren oder längeren stumpfen Schnabel ausgezogen sind. Sie können gestielt sein oder dem Thallusfaden direct aufsitzen oder mit dem Antheridium zu einem Fruchtstand vereinigt sein.

Die Oogonien sitzen dem Thallusfaden unmittelbar auf oder sind nur kurz gestielt bei Vauch. clavata (Vauch.) DC., Vauch. sessilis (Vauch.) DC., Vauch. repens Hass., Vauch. pachyderma Walz. Sie stehen bei diesen Formen entweder einzeln neben einem Antheridium oder zu zweien und das Antheridium dazwischen.

Die Oogonien und Antheridien bilden besondere Fruchtstände, stehen zusammen auf einem Fruchtaste bei Vauch. geminata, Vauch. de Baryana, Vauch. terrestris, Vauch. hamata, Vauch. uncinata und Vauch. racemosa. Erstere sind auch hier in vielen Fällen ungestielt, indem sie dem Fruchtast seitlich direct aufsitzen, z. B. Vauch. geminata. In den meisten Fällen stehen sie jedoch seitwärts des Fruchtastes an deutlichen kürzern oder längern Stielen.

Das Ende des Fruchtastes wird immer vom Antheridium eingenommen. Bei völlig entwickelten Fruchtständen, besonders von

Vauch. terrestris, scheint zwar das Oogonium terminal zu stehen, es lehrt uns aber die Entwickelungsgeschichte, dass das Antheridium doch terminal angelegt ist, nachher aber durch die Ausdehnung des unter ihm entstandenen Oogoniumstieles in eine scheinbar seitliche Stellung gedrängt wurde.

Die Entwickelung der Befruchtungsorgane und der Befruchtungsvorgang wurde von Pringsheim, De Bary, Schenk, Walz, Schmitz, Behrens und erst in neuester Zeit von F. Oltmanns beschrieben, ich verweise auf diese Forscher.

In den hauptsächlichsten Punkten stimmen alle Vaucherien in der Entwickelungsgeschichte ihrer Befruchtungsorgane überein, Verschiedenheiten kommen je nach Form und Gruppirung derselben vor.

Der Anlage der Befruchtungsorgane geht an den betreffenden Stellen, seien es die Hauptäste oder die Fruchtäste, eine Ansammlung von Protoplasma, Chlorophyll und Oel, letzteres in sehr beträchtlichen Mengen, voraus, so dass sich an einzelnen Stellen blaugrüne bis schwarzgrüne Zonen bilden.

Die Antheridien erscheinen zuerst als Seitenzweiglein von normalem Bau, in die nur mehr Oel hineinzuwandern pflegt als in die vegetativen Aeste und biegen sich nach einiger Zeit hornförmig um. Das Oel wandert darauf meistentheils wieder in den Faden zurück. An der Spitze des so angelegten Antheridiums macht sich nun eine stärkere Plasmaansammlung bemerkbar. Unterdessen ist auch das Oogonium herangewachsen, Oel, eine grosse Anzahl von Kernen sind in dasselbe hineingewandert. Oogonium und Antheridium trennen sich nun durch eine Querwand vom vegetativen Faden ab. Vorher wandern, nach der Entdeckung von F. Oltmanns 95 (pag. 407), aus dem Oogonium alle Kerne bis auf einen heraus (vgl. auch Schmitz und Behrens), und aus dem Antheridium das Chlorophyll, jedoch so, dass noch einige Körnchen in demselben zurückbleiben. Die Reifezeit des Oogoniums und des Antheridiums ist dieselbe. Nach dem Oeffnen der Organe erfolgt der Befruchtungsact, der in der Verschmelzung des Kernes eines Spermatozoids mit dem Kerne der Eizelle seinen Abschluss findet. Kurz nach dem Eindringen des Spermatozoids in das Oogonium umgibt sich das Letztere mit einer Membran, welche bald doppelt contourirt wird, sich verdickt und bei der Weiterentwickelung der Oospore geschichtet wird.

Die Structur der reifen Oosporen stimmt bei allen Vaucheriaarten in den hauptsächlichsten Punkten überein. Ihr Inhalt besteht aus Protoplasma, der Hauptmasse nach aus dicken farblosen Oel-

tropfen mit roten, braunen bis schwarzen Punkten oder Flecken, den Degenerationsprodukten des Chlorophylls. Schmitz hat nachgewiesen, dass jedenfalls eine Anzahl Chlorophyllkörper erhalten bleiben. Die gefärbten Flecken oder Punkte sind bei den einzelnen Arten in ganz bestimmter Weise angeordnet und haben daher eine gewisse systematische Bedeutung.

Die Membran der Oosporen besteht bei allen von mir untersuchten Vaucherien aus drei Hauptschichten, von denen die mittlere gewöhnlich die dickste ist. In der Innenschicht unterscheidet man zwei untergeordnete Schichten bei Vauch. terrestris Lyngb., Vauch. hamata Walz. Die mittlere Schicht ist besonders dick und glänzend bei Vauch. terrestris und Vauch. hamata und erscheint nach der Einwirkung von concentrirter Schwefelsäure oder Kalilauge stark aufgequollen und dabei wieder mehrfach geschichtet.

Die Oogoniummembran ist mit Ausnahme derjenigen von Vauch. pachyderma Walz und der Vauch. aversa Hass. bei allen Vaucheriaarten glatt. Erstere zeigt an derselben eine feine Tüpfelung, letztere feine Striche, welche de Bary als Hautfalten bezeichnete.

Die Oosporen fallen einige Zeit nach ihrer Reife vom Faden resp. Fruchtträger ab, immer umgeben von der Oogoniummembran. Die Annahme von Walz, die Oosporen von Vauch. uncinata Kuetz. fallen aus denselben heraus, ist irrig, lässt sich jedoch leicht durch seine Beobachtungeu an Herbarmaterial erklären. Das Freiwerden der Oosporen ist eine Folge der Zersetzung der Oogoniummembran, eine Ausnahme macht einzig Vauch. terrestris Lyngb., bei welcher sich die Oogoniummembran in Gallerte umwandelt und zerfliesst.

Die Oosporen keimen erst nach einer längeren Ruheperiode, nach Pringsheim in drei Monaten, nach den Beobachtungen von Walz, die ich nur bestätigen kann, nach vier Wochen. Hiebei fängt die leicht an den Flecken erkennbare Oospore an, grün zu werden und bald darauf in einen jungen Vaucheriaschlauch auszuwachsen. Die roten Punkte oder Flecken bleiben in den Oosporen zurück und werden nicht mehr weiter verarbeitet.

Der früher von Pringsheim, Dippel 56 (N 30—31) und noch von Walz 66 (pag. 140) angenommene Wechsel von geschlechtlichen mit ungeschlechtlichen Generationen besteht, nach den Untersuchungen von G. Klebs, nicht. Die Bildung der Geschlechtsorgane, ebenso der ungeschlechtlichen Organe, hängt bestimmt von äusseren Bedingungen ab.

Die Bildung und Entwickelung der Geschlechtsorgane geht hauptsächlich in der Nacht vor sich, ebenso das Eindringen der Spermatozoiden und die Befruchtung. Die Verschmelzung der Kerne erfolgt zwischen 8 und 10 Uhr Vormittags. [Oltmanns 95 (pag. 407).] Hiebei ist jedoch zu bemerken, dass keine festen Regeln aufgestellt werden können, weil sich immer individuelle Schwankungen bemerkbar machen und auch die ungleiche Lichtintensität der verschiedenen Jahreszeiten einen Einfluss ausübt.

Zum Schlusse der Besprechung der Geschlechtsorgane will ich noch einiger anormaler Geschlechtszustände gedenken und das Verhalten der Alge gegenüber Knop'scher Nährlösung und Rohrzuckerlösungen als der wichtigsten der angewandten Nährsubstrate anführen.

Fast alle Vaucheriaarten mit Geschlechtsorganen auf besonderen Fruchtästen zeigen mancherlei Durchwachsungen, wie sie schon Kuetzing, Thuret, Walz u. A. beobachtet haben. Die Oogonien, die Oogoniumstiele, die Antheridien, die Fruchtäste unterhalb des Fruchtstandes können durchwachsen und neue Fruchtstände bilden, welche das Gleiche zeigen können u. s. f.

Ich habe manchmal, besonders bei Culturen in feuchter Luft, drei- und vierfache Durchwachsungen gesehen. Besonders leicht bildet solche Durchwachsungen Vauch. terrestris Lyngb. in feuchter Luft, es hat dies Kuetzing veranlasst, seine Species „circinata“ aufzustellen.

Physiologisch wichtiger sind die Bildungen von Abnormitäten und pathologischen Formen. Dieselben werden bei den betreffenden Arten erwähnt und beschrieben.

Zu meinen physiologischen Versuchen wurden hauptsächlich Knop'sche Nährlösung in Concentrationen von 0,1 % bis 2 % angewendet.

Die Knop'sche Nährlösung besteht aus:

4 Theilen salpetersaurem Calcium,
1 Theil schwefelsaurem Magnesium,
1 Theil phosphorsaurem Kali,
1 Theil salpetersaurem Kali.

In diesen Lösungen wachsen einige Vaucherien sehr gut, während andere darin kränkeln und zu Grunde gehen. Die wenigsten Vaucheriaarten bilden in denselben Geschlechtsorgane. Sehr wichtig ist die Knop'sche Nährlösung, welche ich hinfort immer mit K. N. bezeichnen werde, für die Unterscheidung von Vauch. repens Hass., Vauch. sessilis (Vauch.) DC. und Vauch. clavata (Vauch.) DC.

Wir haben hier ein Beispiel, bei welchem die physiologischen Eigenschaften sehr wichtig, fast unentbehrlich für die Systematik der Algen erscheinen. Die erhaltenen Resultate werde ich bei den betreffenden Arten anführen.

Rohrzuckerlösungen wurden verwendet in Concentrationen von 2—10 %. Sie haben in Concentrationen von 2—4 % einen grossen Werth für die Beschleunigung der Bildung der Geschlechtsorgane, in 4—6 % für die reichliche Erzeugung von Aplanosporen. Die höheren Concentrationen wurden nur verwendet, um die Grenze für die Bildung der Geschlechtsorgane zu bestimmen.

Systematik.

Die erste Erwähnung einer Art der Gattung Vaucheria DC. findet sich in dem Werke von Johann Ray 1724, in welchem er auf pag. 56 als „Byssus velutina“ eine auf feuchter Erde vorkommende Algenart beschreibt. Eine Abbildung bringt Pet. Ant. Micheli 1729 (Tab. 89 Fig. 5). Er bemerkte auch die Geschlechtsorgane. Nach diesen beiden Forschern haben sich noch Linnäus 37, Dillenius 41, Haller 68, T. III, und Andere mit Byssus velutina beschäftigt. Vaucher war der Erste, der den Bau und die Fortpflanzung der Süsswasseralgen, die Gattung Vaucheria inbegriffen, genauer verfolgte. In seiner classischen Arbeit „Histoire des Conferves d'eau douce“, Genève 1803, behandelt er zuerst eine Familie der Süsswasseralgen, welche er „Conferves Ectospermes“ nennt. Diese Familie umfasst nur ein einziges Geschlecht „Ectosperma“, welchem de Candolle in seiner „Flora française“ 1805 zu Ehren Vaucher's den Namen „Vaucheria“ gab. Nach Vaucher und de Candolle gaben sich noch manche Forscher mit dieser Algengattung ab. Von denjenigen, welche sich systematisch bethätigten, sind zu erwähnen: Roth, Lyngbye 19 (pag. 75—82), Agardh 23 (pag. 458—473) und 24 (pag. 171—176). Hassall 45 (pag. 47 bis 63) lieferte brauchbare Figuren, woran bisher ein recht fühlbarer Mangel geherrscht hatte. Kuetzing 49 (pag. 486—489) beschäftigte sich eingehend mit Vaucherien, stellte auch eine grosse Anzahl neuer Arten auf, von welchen aber die meisten von den nachfolgenden Forschern als ungenügend beschrieben oder bereits bekannte Formen bei Seite geschoben wurden.

Die erste sorgfältige und kritische systematische Bearbeitung der Gattung Vaucheria verdankt man Walz, dessen Arbeit die Grundlage für die weitere Forschung gebildet hat. Aber in dem Streben,

verschiedene Formen zu einer Art zusammenzuziehen, hat er mehrere, gut charakterisirte Arten Hassall's in Vergessenheit gebracht, deren Selbständigkeit von mir nachgewiesen werden wird. Neue sichere Formen sind nach Walz noch vielfach beschrieben worden, vor Allem von Woronin und Nordstedt, während die von Arechavaleta aus Uruguay erwähnten Formen meist nicht genügend charakterisirt sind. In zahllosen Algenfloren sind die Vaucherien erwähnt worden, eine Zusammenstellung aller Arten findet sich bei De-Toni.

Ich schliesse mich der Eintheilung von Walz an. Er stellte folgende drei Gruppen auf, deren Hansgirg eine vierte beifügte:

1. Corniculatae Walz,
2. Tubuligerae Walz,
3. Piloboloideae Walz,
4. Anomalae Hansg.

Ich folge der Eintheilung von Walz mit dem Unterschiede, dass ich, vom einfachsten zum complicirteren Antheridium vorgehend, die zweite Gruppe als erste, die erste als zweite etc. behandle.

I. Tubuligerae.

Die Antheridien sind kaum oder nicht gekrümmt, länglich cylindrisch zugespitzt, ungestielt, stehen neben den kurz gestielten oder ebenfalls sitzenden Oogonien. Die Oosporen füllen das Oogonium nicht vollständig aus; in der reifen Oospore sind gleichmässig rothe Punkte vertheilt.

1. Vauch. ornithocephala Agdh.
2. Vauch. polysperma Hass.
3. Vauch. aversa Hass.
4. Vauch. dichotoma (L.) Agdh.

II. Corniculatae.

Die Antheridien sind horn- oder schneckenartig, eingerollt, sitzen auf kurzen Seitenästen des Thallusfadens. In den reifen Oosporen sind ein oder mehrere unregelmässige rothe, braune bis schwarze Flecken.

Die Gruppe zerfällt in zwei Unterabtheilungen:

a) Sessiles:
Die Oogonien sitzen auf dem Thallusfaden oder sind kurz gestielt. Neben oder zwischen denselben steht ein Antheridium.

5. Vauch. repens Hass.
6. Vauch. sessilis (Vauch.) DC.
7. Vauch. clavata (Vauch.) DC.
8. Vauch. pachyderma Walz.

b) Racemosae.

Die Antheridien stehen endständig auf einem Fruchtast, an dem unterhalb die Oogonien sitzen.

9. Vauch. hamata Walz.
10. Vauch. terrestris Lyngb.
11. Vauch. uncinata Kuetz.
12. Vauch. racemosa (Vauch.) DC.

III. Anomalae.

Die Antheridien sind gerade oder wenig hornförmig gebogen, stehen endständig auf einem Fruchtast und haben mehrere seitliche Ausstülpungen. Die (1—2(3)) Oogonien stehen unterhalb des Antheridiums und sind kürzer oder länger gestielt.

13. Vauch. geminata (Vauch.) DC.
14. Vauch. de Baryana Wor.

IV. Piloboloideae.

Die Antheridien sind gerade länglich, endständig auf einem Aste, der weiter unten ein seitenständiges, gestieltes, kugeliges Oogonium trägt.

Diese vierte Gruppe konnte von mir nicht berücksichtigt werden, da die betreffenden Arten mir nicht oder nur als Herbarmaterial zugänglich waren.

Beschreibung der Arten.

I. Tubiligerae.

1. Vauch. ornithocephala Agdh.

Agdh: Syn. Alg. Scand. 1817 pag. 49; Sept. Alg. pag. 174; Spec. Alg. pag. 467; Rabenh.: Crypt. Sachs. pag. 225; Flora europ. Alg. pag. 271; Kuetz. J. VI Fig. 58; De Toni: Syll. Alg. pag. 397; Hansg.: Prodr. pag. 234. Vauch. sericea Lyngb. Tent. Hydr. Dan. 1819 pag. 78 T. 21. B.; Kuetz.: Spec. Alg. pag. 487; Walz: Pringsh. Jhb. V. 1866 pag. 150 T. XIII f. 20—21.

Diese von Agardh 17 aufgestellte Art wurde wenige Jahre nachher von Lyngbye 19 als neue Species „sericea“ beschrieben;

auch Walz führt sie unter diesem Namen in seiner Monographie auf. Nordstedt 86 machte dann darauf aufmerksam, dass Vauch. ornithocephala und Vauch. sericea dieselbe Art vorstellen und ihr der

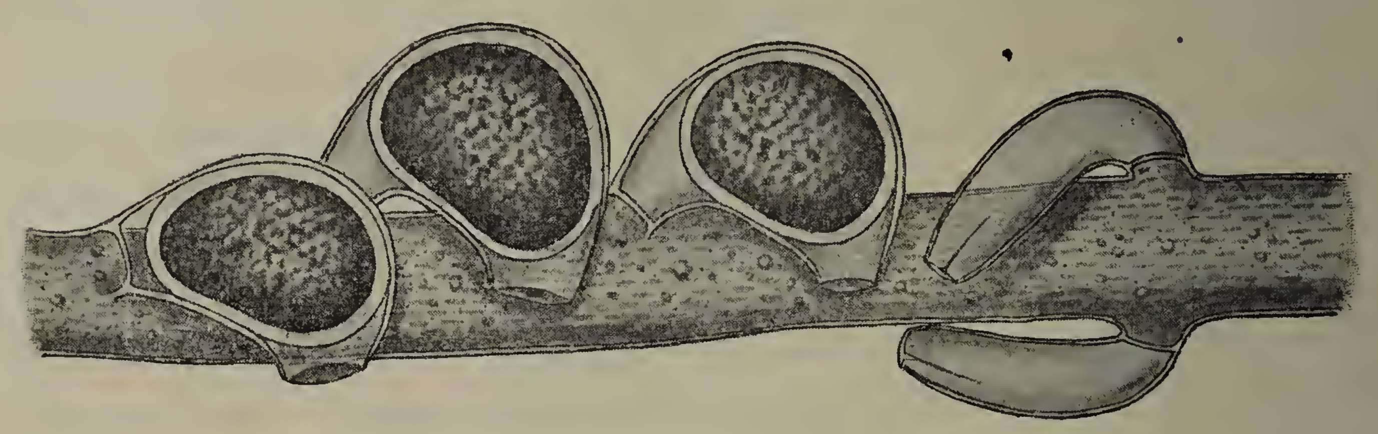


Fig. 7. Vaucheria ornithocephala. Vergr. 397.

Name „ornithocephala" gebühre. Hansgirg und De Toni sind denn auch auf den älteren Namen zurückgegangen. 1—6 Oogonien stehen hintereinander auf derselben Seite des Fadens. Sie sind schief-eiförmig bis vogelkopfartig. Die Oosporen sind rundlich bis oval, haben dieselbe Breite wie das Oogonium, füllen aber seinen Innenraum nicht vollständig aus und werden von dem gewöhnlich horizontal oder abwärts geneigten breiten Schnabel weit überragt. Die reife Oospore enthält in ihrem Innern eine grosse Anzahl ziemlich regelmässig angeordneter rother Punkte, welche ihr einen rothen Schimmer verleihen. Die Oosporenmembran ist dreischichtig.

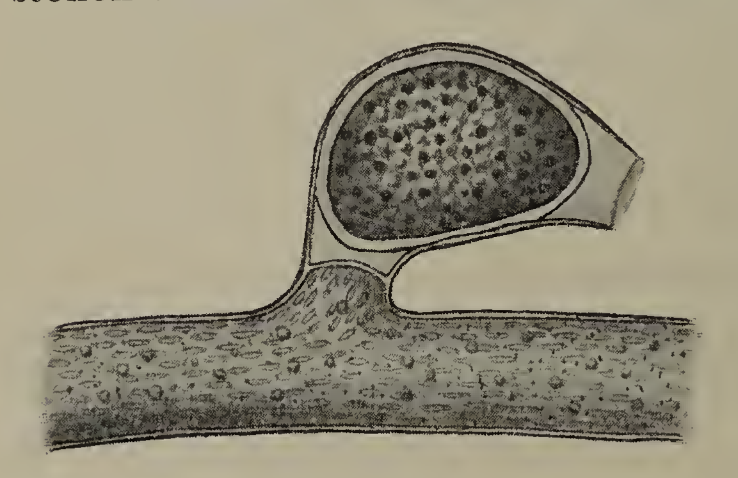


Fig. 8. V. ornithocephala, reife Oospore. Vergr. 397.

Grösse der Oosporen { Länge: 49,5—60,5 μ. Breite: 44,0—49,5 μ.

Die Antheridien sind klein, cylindrisch, nach vorn zugespitzt, ein wenig gebogen und stehen einzeln oder zu zweien auf derselben Seite der Oogoniumreihe. Die Schnäbel der Oogonien sind gewöhnlich nach dem Antheridium zugekehrt.

Breite der Fäden: 33,0—44,0 μ.

Ungeschlechtlich vermehrt sich Vauch. ornithocephala Agdh. durch Zoosporen, welche die schon beschriebene Form haben und an ihrem vordern Ende einen breiten Protoplasmasaum besitzen, der dicht mit

Cilien besetzt ist. Die Sporangien sind cylindrisch und selten schwach keulig angeschwollen.

Grösse der Zoosporen { Länge: 88,0—115,5 μ. Breite: 82,0—99,0 μ.

Die Geschlechtsorgane bilden sich in zwei- bis vierproc. Rohrzuckerlösungen in 3—5 Tagen, die Concentrationsgrenze für deren Bildung liegt bei 6 %.

K. N. haben für die Cultur von Vauch. ornithocephala Agdh. keinen Werth, sie hemmen in höchstem Maasse ihr Wachsthum und führen nach mehrwöchentlicher Cultur ihren Tod herbei. Zoosporen bilden sich noch in 0,6 % K. N., niemals aber Geschlechtsorgane. Bei einigen Zoosporen habe ich kleine Rhizoiden bemerkt. In stehendem Wasser vegetirt die Alge, besonders im Sommer, sehr schlecht. Sie bildet darin anfangs massenhaft Zoosporen, ähnlich der Vauch. clavata (Vauch.) DC., welche sehr leicht keimen und in feuchter Luft sehr bald Geschlechtsorgane erzeugen. In fliessendem Wasser bilden sie stark verwirrte, dicke, polsterartige, kurz geschorene Rasen, welche trotz monatelanger Cultur immer steril bleiben. Indessen können bei dieser Species auch, nach Beobachtungen von Klebs, Geschlechtsorgane im fliessenden Wasser auftreten.

Vorkommen: Vauch. ornithocephala Agdh., kommt hauptsächlich in fliessendem Wasser vor und hat sich demselben in denkbar höchstem Maasse angepasst. Man findet sie in dünnen, weichen Polstern am Grunde von Bächen und Flüssen, seltener als freischwimmende wattenartige Rasen an der Oberfläche des Wassers an ruhigen Orten. Standorte für Vauch. ornithocephala Agdh. sind: Der alte Rhein bei Istein, das Wehr an der Birs bei Münchenstein, die Wehre an der Wiese bei Hagen und Brombach, die Wiese, in welcher sie speciell im Frühjahr 1894 in grosser Menge auftrat.

2. Vauch. polysperma Hass.

Hass.: Brit. freshw. Alg. pag. 29 P. VI f. 6; Cleve Svensk. Art. of. Vauch. pag. 7 f. 8.

Vaucheria polysperma Hass., die nächste Verwandte der Vauch. ornithocephala Agdh., wurde von den bisherigen Systematikern hauptsächlich seit Walz, vergl. auch de Toni, dieser zugezählt. Sie unterscheidet sich von ihr sowohl morphologisch wie physiologisch und ist unzweifelhaft eine selbständige Art.

Die Oogonien stehen in Reihen von 1—6 auf derselben Fadenseite. Sie sind vogelkopfartig, stehen meistentheils aufrecht, sind

kurz gestielt und schlanker wie diejenigen der Vauch. ornithocephala Agdh. Die Oosporen sind kugelig, haben dieselbe Breite wie das Oogonium, füllen es aber der Länge nach nicht aus. Der Schnabel ist breit und lang. Die Structur der reifen Oosporen ist gleich derjenigen von Vauch. ornithocephala. Die Oosporenmembran ist ebenfalls dreischichtig.

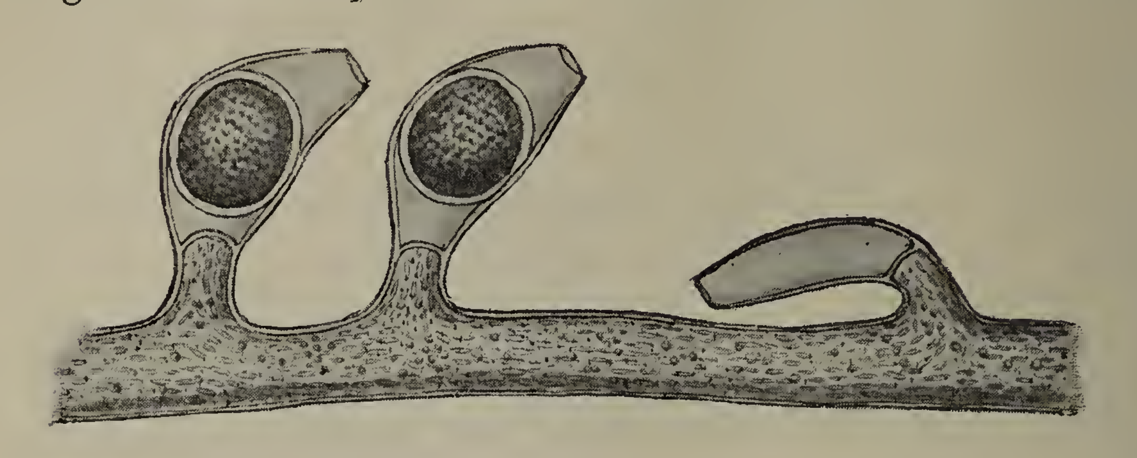


Fig. 9. V. polysperma Hass. Vergr. 225.

Grösse der Oosporen { Länge: 55,0—60,5 μ. Breite: 55,0—60,5 μ.

Die Antheridien stehen immer auf einer Seite der Oogoniumreihe und kommen nur in der Einzahl vor. Sie sind cylindrisch zugespitzt und gegen die Oogone gerichtet. Die Fäden sind dünner wie die von Vauch. ornithocephala Agdh., sie erreichen eine Breite von 22,0 bis 33,0 μ.



Fig. 10. V. polysperma Hass., reife Oospore. Vergr. 397.

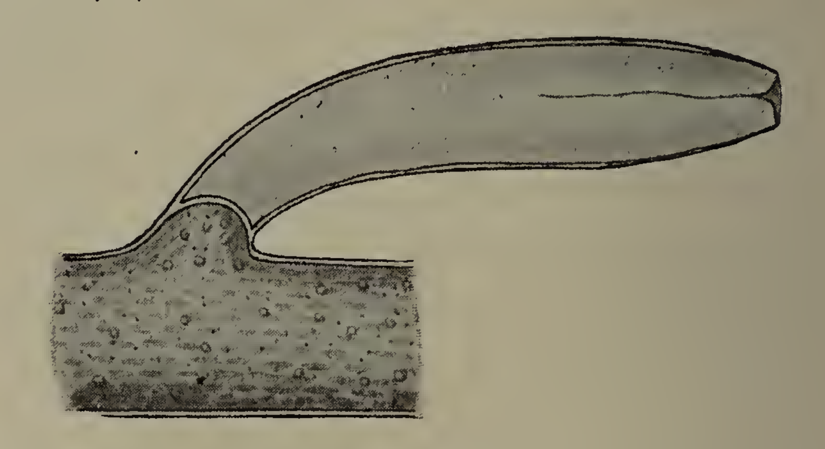


Fig. 11. V. polysperma, entleertes Antheridium. Vergr. 397.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geht durch Zoosporen vor sich, ähnlich derjenigen von Vauch. ornithocephala Agdh. Die Sporangien sind immer cylindrisch.

Grösse der Zoosporen { Länge: 82,5—93,5 μ. Breite: 66,0—88,0 μ.

Gegen zwei- bis vierproc. Rohrzuckerlösung ist Vauch. polysperma Hass. ziemlich unempfindlich, sie bildet ihre Geschlechtsorgane darin erst nach 12—15 Tagen; die Concentrationsgrenze liegt bei 7%.

Auch gegen K. N. ist diese Art nicht so empfindlich wie ihre Verwandte, sie zeigt darin zwar kein grosses Wachsthum, kann aber monatelang vegetiren, ohne Geschlechtsorgane zu bilden. Auf die Zoosporenerzeugung scheint K. N. ebenfalls keinen grossen Einfluss zu haben; ich sah deren Bildung noch in 0,2 %.

In stehendem Wasser wächst Vauch. polysperma Hass. bedeutend besser wie V. ornithocephala, bildet aber auch hier nur wenig Zoosporen. Der Uebergang aus fliessendem in stehendes Wasser übt keinen grossen, Zoosporen erregenden Reiz aus, wie dies bei ornithocephala der Fall ist. In fliessendem Wasser bildet sie reich verzweigte, dicht verwirrte, polsterartige, kurz geschorene Rasen, welche immer steril sind.

Vorkommen: Vauch. polysperma Hass. kommt hauptsächlich in stehenden Gewässern, in Tümpeln und Weihern vor und bildet darin freischwimmende, lockere Fadenmassen. Ich fand sie häufig nur im Feuerweiher von Rührberg, und zwar immer mit Früchten, hie und da in wenigen Exemplaren und steril im St. Albanteich sowie am Wehr der Birs bei Münchenstein.

	Breite der Fäden	Oosporenformen. Grösse derselben	Rhizoiden	Verhalten gegen Rohrzucker	Verhalten gegen K. N.	Cultur in stehendem Wasser
Vauch. ornithocephala	33—44 μ	Meist elliptisch. Länge 49,5—60,5 μ, Breite 44,0—49,5 μ	kleine Anfänge	Bildung der Geschlechtsorgane in 2—4 % R. Z. in 3—5 Tagen.	K. N. wirkt hemmend auf das Wachsthum. Die Alge geht bald zu Grunde. Bildung von Zoosporen bis in 0,6 % K. N.	Langsames Absterben der Alge. Anfänglich massenhafte Zoosporenbildung.
Vauch. polysperma	22—33 μ	Meist kugelig. Länge 55,0—60,5 μ, Breite 55,0—60,5 μ	Keine.	Bildung der Geschlechtsorgane in 2—4 % R. Z. in 12—15 Tagen.	Die Alge kann monatelang in K. N. cultivirt werden. Bildung der Zoosporen bis in 0,2 % K. N.	Bildet lockere Rasen, wächst gut. Wenig Zoosporen.

3. Vauch. aversa Hass.

Hass.: Brit. freshw. Alg. pag. 54 T. VI f. 5; Cleve: Vauch. pag. 7, f. 7; De Bary: Ueb. d. geschl. Zeugpr. b. d. Alg. Ber. 1856; Walz: Pringsh. Jhb. V 1866, pag. 151 T. XII f. 25—27; Rabenh.: Fl. europ. Alg. III, pag. 271; De Toni: Syll. Alg. I, pag. 396; Oltmanns: Ueb. d. Entwcklg. d. Sexorg. b. V. Flora 1895 f. 16 bis 22; Vauch. ornithocephala β aversa Kuetz. Spez. Alg. pag. 488; Vauch. rostellata. Kuetz: Spez. Alg. pag. 488; Rabenh.: Krypt. Sachs I, pag. 224.

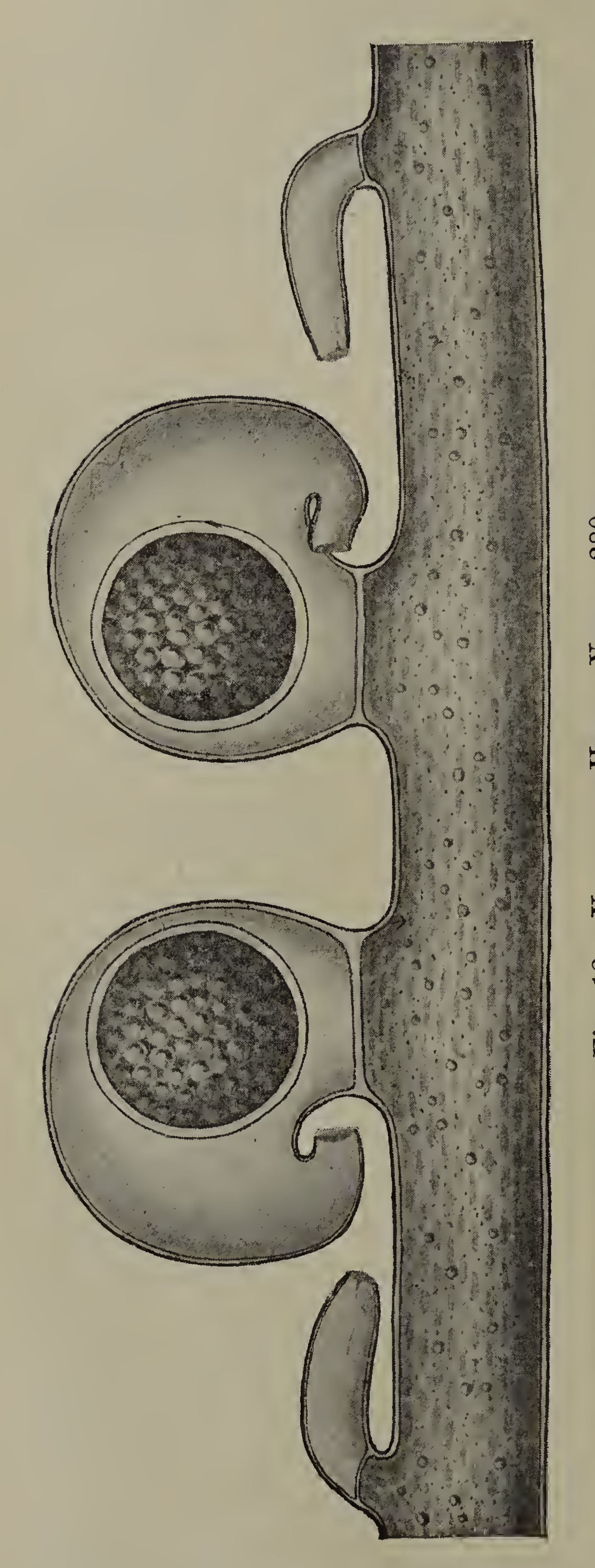


Fig. 12. V. aversa Hass. Vergr. 280.

Diese Art wurde von Hassall begründet und abgebildet, so dass sie nach den Abbildungen sicher zu bestimmen ist. Vauch. ornithocephala β aversa und Vauch. rostellata Kuetz. gehören nach den Beschreibungen ebenfalls dieser Art an.

Vauch. aversa Hass. ist der vorher besprochenen Vauch. ornithocephala Agdh. ähnlich in der Gruppirung und dem Bau der Geschlechtsorgane, unterscheidet sich aber von ihr durch die Form der Oogonien, die Breite der Fäden und die Abwesenheit der ungeschlechtlichen Fortpflanzung.

Die Oogonien stehen in Längsreihen gewöhnlich zu zweien nebeneinander. Es können nach De Bary etc. auch 4—6 Oogonien vorkommen. Sie sind schiefeiförmig, kurz gestielt oder sitzend und in einen dünnen Schnabel ausgezogen, welcher bald nach aufwärts, bald horizontal gerichtet ist oder gegen den Oogoniumfuss umgebogen sein kann. Die Oogoniummembran ist mit feinen Längs-

strichen versehen (Falten). Die Oospore ist kugelig, schwimmt frei im Oogonium und zeigt dieselbe Structur wie die vorher beschriebenen Arten. Die Oosporenmembran ist dreischichtig.

Grösse der Oosporen { Länge: 77,0—88,0 μ. Breite: 71,5—88,0 μ.

Eine ungeschlechtliche Fortpflanzung ist nicht bekannt.

Breite der Fäden: 60,5—71,5 μ.

Die Antheridien sind klein, cylindrisch zugespitzt, stehen einzeln, selten zu zweien, auf beiden Seiten der Oogoniumreihe. Die Schnäbel der Oogone sind immer dem zunächst stehenden Antheridium zugekehrt.

Die Geschlechtsorgane werden in zwei- bis vierproc. Rohrzuckerlösung in 5—8 Tagen gebildet, die Grenze für ihre Bildung liegt bei 7 %.

K. N. wirkt hemmend auf das Wachsthum der Alge ein, sie stirbt schon nach mehrwöchentlicher Cultur in derselben ab.

Fliessendes Wasser fördert das vegetative Wachsthum der Vaucheria, sie lebt aber ebenso gut in stehendem Wasser.



Fig. 13. V. aversa Hass., reife Oospore. Vergr. 280.

Vorkommen: Vauch. aversa kommt in stehenden und fliessenden Gewässern vor und bildet in denselben entweder frei schwimmende, wattenartige, lockere Fadenmassen oder dichte, polsterartige Lager.

Diese Art findet sich in der näheren Umgebung von Basel nicht; Standorte sind: Tümpel im Hochmoor Jungholz bei Säckingen, Wassergräben bei Hochdorf in der Nähe von Freiburg i/B., Dreisamfluss bei Freiburg i/B.

II. Corniculatae.

a) Sessiles.

Vauch. sessilis ist eine Sammelspecies, welche aus einer Anzahl allerdings nah verwandter, durch morphologische und physiologische Merkmale deutlich von einander getrennter Formen besteht, die von der bisherigen Systematik nicht genügend berücksichtigt worden sind. Ich unterscheide mit Klebs folgende drei Hauptformen:

1. Vauch. repens Hass.,
2. Vauch. sessilis (Vauch.) DC.,
3. Vauch. clavata (Vauch.) DC.,

wobei Vauch. repens Hass. und Vauch. clavata (Vauch.) DC. die Endpunkte der Varietätenreihe des Typus sessilis vorstellen. Vauch. sessilis (Vauch.) DC. ist das Zwischenglied, das in seinen Eigenschaften bald mehr der einen und bald mehr der andern Art sich nähert.

5. Vauch. repens Hass.

Hass. Brit. freshw. Alg. pag. 52 Pl. VI. f. 7; Ann. of nat. hist. V XI pag. 430; Kuetz.: Spez. Alg. pag. 487; Rabenh.: Flora europ. Alg. III pag. 268; Klebs: Zur Phys. d. Fortpfl. v. V. sess. Nat. Ges. zu Basel 1892, B. X. H. 1 S. 47.

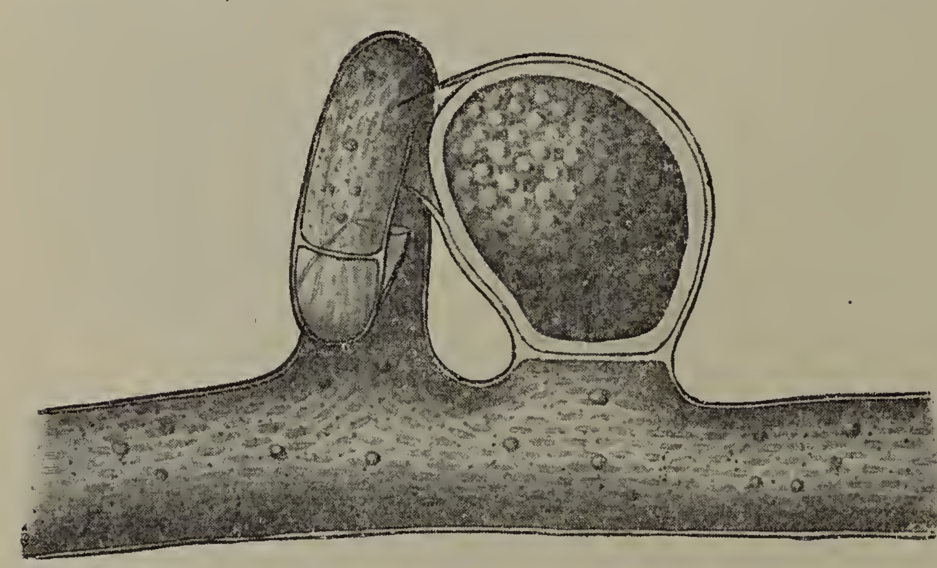


Fig. 14. Vauch. repens Hass. Vergr. 597.

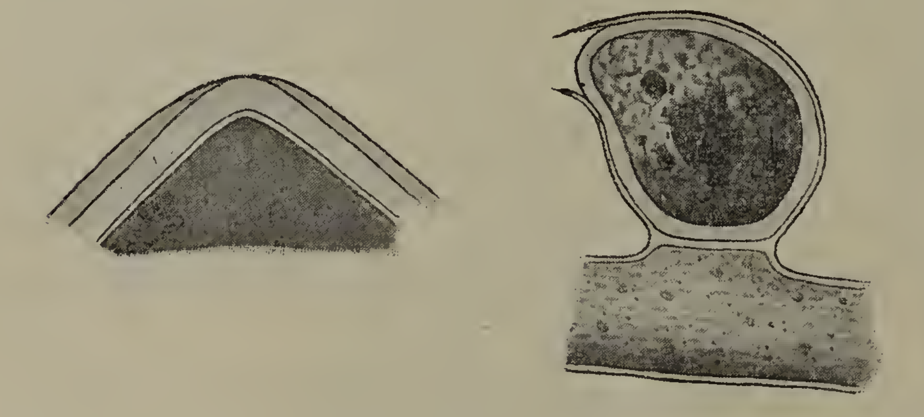


Fig. 15. Oosporenmembran, gekocht in Kalilauge. Vergr. 1120. Fig. 16. Reife Oospore. Vergr. 280.

Vauch. repens wurde von Hassall (pag. 52 Pl. VI f. 7) zuerst beschrieben und abgebildet, so dass diese Vaucherie nach ihm leicht und sicher zu bestimmen ist. Die meisten der folgenden Forscher, wie Thuret, Walz, De Toni etc., zogen sie jedoch in den Formenkreis der Gattung sessilis.

Vauch. repens Hass. bildet meistens nur ein Oogonium und neben ihm ein Antheridium. Die Oogonien sind schief eiförmig, bauchig und endigen in einen kurzen Schnabel, der gewöhnlich horizontal gerichtet ist. Auf 1000 einweibliche Expemplare kommen nur 40—60 zweiweibliche. Die reife Oospore ist grau, grobkörnig, besitzt einen centralen oder mehrere zerstreut im Inhalte liegende sepiabraune Flecken. Die Oosporenmembran ist dreischichtig.

Grösse der Oosporen { Länge: 66,0—77,0 μ. Breite: 55,0—77,5 μ.

Die Antheridien sind gewunden, stehen am Ende eines geraden oder hornförmig gebogenen oder schneckenförmig eingerollten Astes.

Breite der Fäden: 33,0—49,5 μ.

Die ungeschlechtliche Vermehrung geschieht durch Zoosporen, welche an ihrer ganzen Oberfläche gleichmässig mit Cilien besetzt sind. Die Sporangien sind fast cylindrisch, kaum merklich angeschwollen. Die Zoosporenkeimlinge bilden nie Rhizoiden.

Grösse der Zoosporen { Länge: 82,5—126,5 μ. Breite: 77,0—121,5 μ.

Die Geschlechtsorgane bilden sich am schnellsten in zwei- bis vierproc. Rohrzuckerlösungen, und zwar innerhalb 3—5 Tagen. Befruchtete Oogone findet man noch in achtproc. Rohrzucker.

In K. N. von 0,2—2 % wächst Vauch. repens Hass. prächtig und bildet dicht verworrene Rasen. Geschlechtsorgane werden noch in 1 % K. N. angelegt. Zoosporen bilden sich noch in Lösungen von 0,6 %. In stehendem Wasser cultivirt, erzeugt die Alge anfänglich massenhaft Zoosporen und wächst dann bis zu 6 cm hohen lockern Rasen heran.

Vorkommen: Vauch. repens Hass. bildet gewöhnlich auf feuchtem Boden zartfädige Ueberzüge, sie kommt aber auch in fliessendem Wasser vor und wächst darin zu dicken, polsterartigen, immer sterilen Rasen heran. Ich fand diese Alge an folgenden Orten: Im Farnhaus des Botanischen Gartens in Basel auf Coaksstücken (fertil), Holzkanal oberhalb Wiehlen (Grh. Baden) bei der Kapelle (ster.), an den Brunnen von Allschwyl etc.

6. Vauch. sessilis (Vauch.) DC.

Vauch.: Hist. d. Conf. pag. 31 P. II f. 7; Trentep.: Beob. üb. Fortpfl. d. Ectosp., Roth's bot. Bemerk. u. Bericht 1807; D. C.: Fl. Fr. II 63; Lyngb.: Hydr. Dan. pag. 80 T. 22 D; Agdh.: Syst. Alg. pag. 174; Spez. Alg. pag. 466; Kuetz.: Phyc. gen. pag. 306; Spez. Alg. pag. 487; T. P. T. 59 f. II; Hass.: Brit. freshw. Alg. pag. 55 P. 5 f. 2; Cleve: Vauch. Bot. Not. 1863 pag. 7 f. 6; Rabenh.: Crypt. Sachs. p. 224—225; Flor. Europ. Alg. pag. 267; Reinsch: Alg. Fl. pag. 220—221; Walz: Pringsh. Jhb. V 1866; De Toni: Syll. Alg. I pag. 398; Vauch. ornithocephala Hass. Brit. freshw. Alg. pag. 54 Pl. VI f. 4; Kuetz.: Spez. Alg. pag. 488; Kuetz.: Phyc. gen. pag. 306; T. P. T. 58, f. 2; Rabenh.: Krypt. Sachs. pag. 325; Flor. europ. Alg. pag. 268; Vauch. dichotoma

Hass. Brit. freshw. Alg. pag. 51 T. IV f. 1; Vauch. sphaerocarpa Kuetz.: Tab. Phyc. T. 52 f. 1; Vauch. Ungeri Thuret: Ann. d. sc. nat. 1843 f. 37—42 u. 44; Vauch. genuina Hansg. Prodr. S. 94; Vauch. fluitans Oltmanns: Flora 1895 pag. 391.

Vauch. sessilis (Vauch.) DC., das Bindeglied von Vauch. repens und clavata, kommt in der Litteratur unter den verschiedensten Namen vor. Die betreffenden Beschreibungen und Abbildungen lassen aber mit Sicherheit darauf schliessen, dass Vauch. ornithocephala Hass. 52, Vauch. dichotoma Hass. 52, Vauch. sphaerocarpa Kuetz., Vauch. Ungeri Thuret 43, Vauch. genuina Hansg. der beschriebenen Art angehören. Klebs und nach ihm Oltmanns haben ihr den Namen Vauch. fluitans gegeben, ich ziehe jedoch den alten Namen sessilis vor.

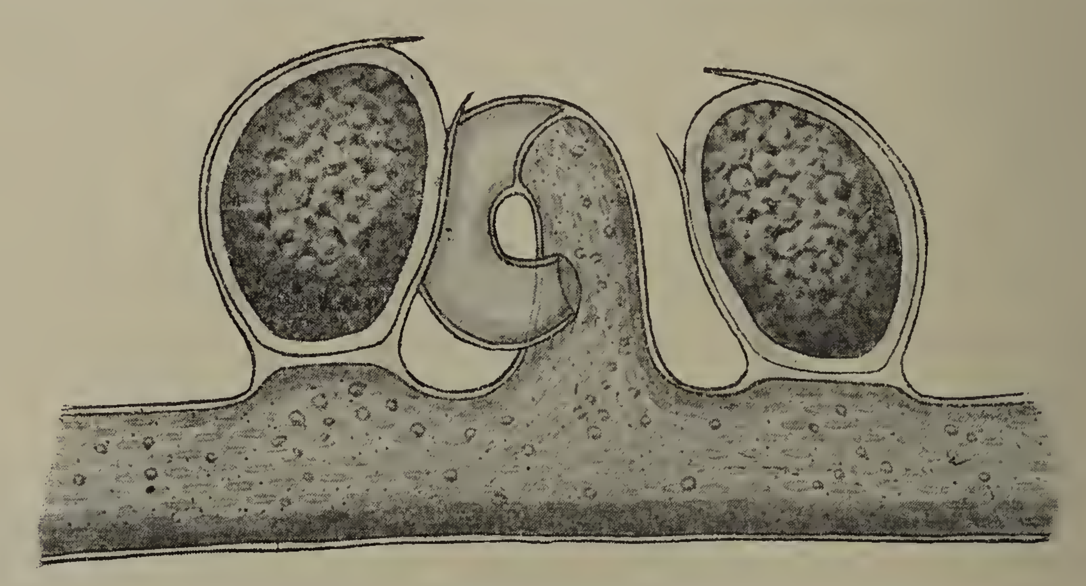


Fig. 17. V. sessilis (Vauch.) DC. Vergr. 397.

Auf dem 49,5—82,5 μ breiten Thallusfaden sitzen meistens zwei Oogonien und dazwischen das Antheridium. Auf 1000 zweiweibliche Exemplare kommen 400 bis 500 einweibliche. Die Oogonien sind dicker eiförmig, wie bei Vauch. repens und endigen in einen schiefgerichteten Schnabel. Sie sind gegen das Antheridium meistentheils unter einem Winkel von 45° geneigt. Die Oospore ist grau grobkörnig und durch einen centralen oder mehrere braune Flecken ausgezeichnet. Die Oosporenmembran ist dreischichtig.



Fig. 18. Oosporenmembran, gekocht in Kalilauge. Vergr. 800.

Fig. 19. Reife Oospore. Vergr. 397.

Grösse der Oosporen { Länge: 66,0—99,0 μ.
Breite: 60,5—77,0 μ.

Die Antheridien sind gewunden und stehen auf einem geraden oder hornförmig gebogenen Ast.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Zoosporen. Die Sporangien sind kugelig angeschwollen. Die Zoosporenkeimlinge bilden bei der Berührung mit festen Körpern Rhizoiden, wie Borge es bereits für clavata nachgewiesen hat. Die Rhizoiden an sessilis sind aber nur wenig verzweigt.

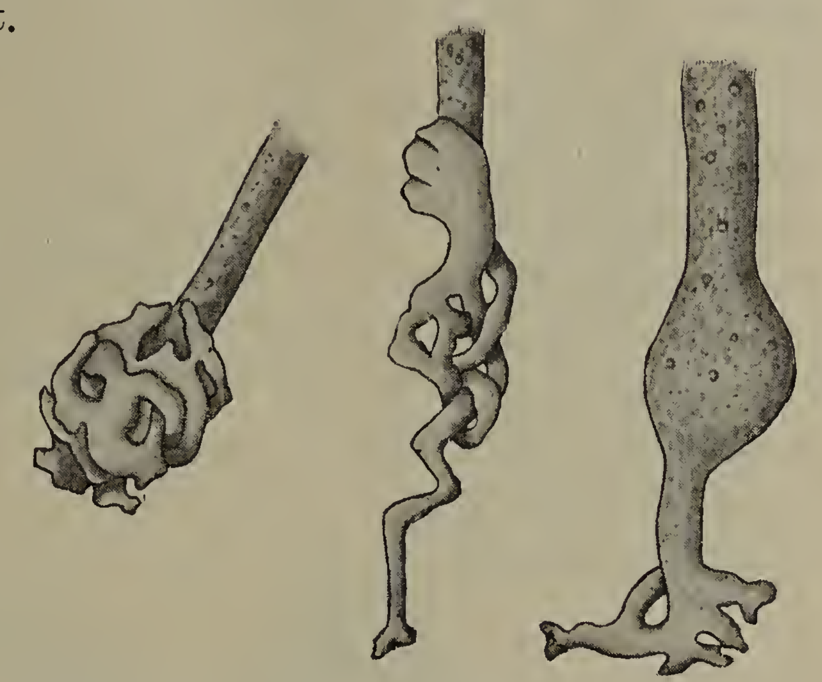


Fig. 20—22. Rhizoidenbildung. Vergr. 102.

Grösse der Zoosporen { Länge: 110,0—143,0 μ.
Breite: 110,0—126,5 μ.

Auch Vauch. sessilis (Vauch.) DC. erzeugt die Geschlechtsorgane am schnellsten in zwei- bis vierproc. Rohrzuckerlösungen, und zwar bei heller Beleuchtung in 5—7 Tagen. Bringt man Vauch. sessilis (Vauch.) DC. aus Wasser in Zuckerlösung, so tritt häufig eine Zoosporenbildung ein. Die Concentrationsgrenze für die Bildung der Geschlechtsorgane liegt bei 7 %.

K. N. fördert das Wachsthum dieser Alge, verhindert aber die Zoosporenbildung. Sie unterscheidet sich in dieser Beziehung ebenso von repens wie von clavata. Geschlechtsorgane werden noch in 1 % K. N. angelegt.

In stehendem Wasser cultivirt, producirt Vauch. sessilis (Vauch.) DC. sehr wenig Zoosporen, wächst dagegen sehr gut bis zu 4—5 cm hohen, ziemlich dichten Rasen. Fliessendes Wasser übt auf das vegetative Wachsthum der Alge einen grossen Reiz aus, sie wächst dann zu dicken, kurz geschorenen Polstern heran, die immer steril sind.

Vorkommen: Vauch. sessilis (Vauch.) DC. bildet grosse, lockere, freischwimmende Watten in Tümpeln und Teichen, kommt auch in fliessendem Wasser, z. B. an kleinen Wasserfällen und Brunnen etc., vor. Einige Fundorte sind: Die Wehre an der Wiese bei Brombach und Hagen, an der Birs bei Münchenstein, die Sümpfe von Märkt, Neudorf (fertil), die Brunnen in Hagen, Stetten, Arlesheim, Allschwyl, Bassin des Botanischen Gartens in Basel etc.

7. Vauch. clavata (Vauch.) DC.

Vauch.: Hist. d. Conf. pag. 34 P. 3 f. 10; DC.: Fl. fr. II pag. 64; Lyngb.: Tent. Hydr. Dan. pag. 78 T. 21, D; Agdh.: Spez. Alg. pag. 462; Syst. Alg. pag. 172; Unger: Methamorph. d. Ectosp. clavata 1826; Die Pflanze im Moment der Tierwerdung, Wien 1843; V. clavata 1852; Kuetz.: Spez. Alg. pag. 489; Tab. Phyc. T. 66; Hass.: Brit. freshw. Alg. pag. 59—63 P. II f. 20—33; Rabenh.: Krypt. Sachs. pag. 223; P. Reinsch: Algenfl. von Mitt.-Franken pag. 220; Klebs: Phys. d. Fortpfl. von Vauch. sessilis, Verh. d. Nat. Ges. Basel, B. X H. 1 pag. 70; Oltmanns: Flora 1895, H. 2 S. 391; Vauch. orthocarpa Reinsch. Ber. d. deutsch. bot. Ges. 1887 V pag. 189; De Toni: Syll. Alg. I pag. 399.

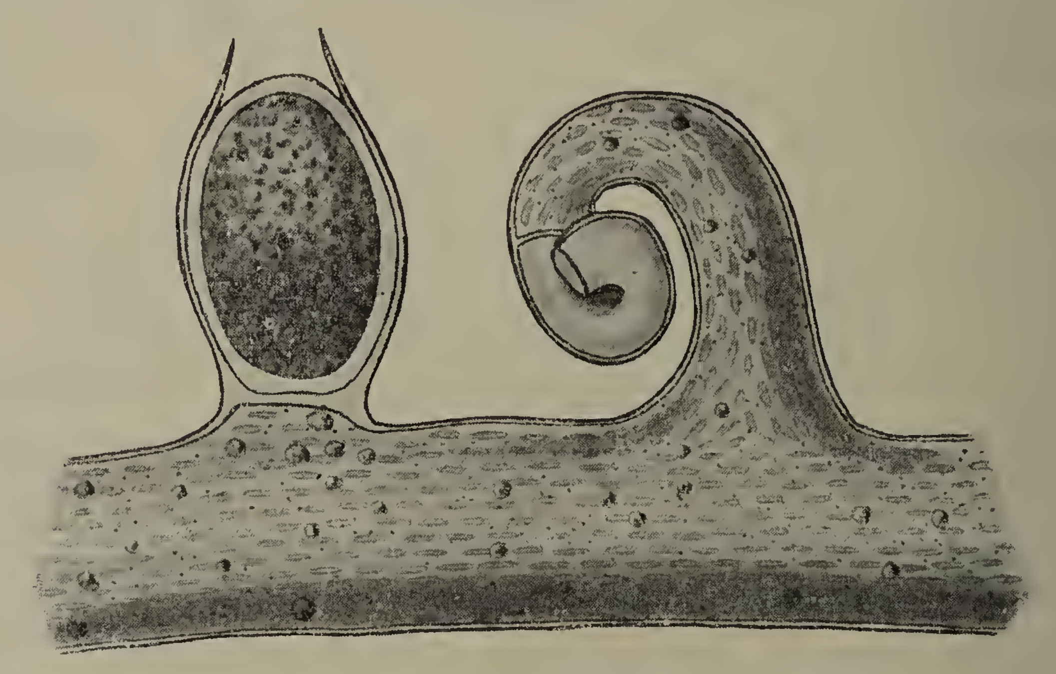


Fig. 23. V. clavata (Vauch.) DC. Vergr. 397.

Vauch. clavata (Vauch.) DC. ist bei den neuern Systematikern seit Walz 66 in Vergessenheit gerathen, d. h. sie wurde der Vauch. sessilis zugezählt. Sie ist physiologisch wohl eine der interessantesten Algen. Ihre Geschlechtsorgane wurden zuerst von P. F. Reinsch 87 pag. 189 an dessen Vauch. orthocarpa beschrieben. Sie stimmen mit den von mir beobachteten Geschlechtsorganen der Vauch. clavata genau überein.

Vauch. clavata (Vauch.) DC. bildet bald ein, bald zwei Oogonien und neben oder zwischen denselben ein Antheridium. Die Oogonien sind schlank, eiförmig, aufrecht und endigen in einen vertical stehenden Schnabel. Die reife Oospore besitzt einen meist central gelegenen, hellen rothen Fleck.

Die Oosporenmembran ist dreischichig.

Grösse der Oosporen { Länge: 66,0—88,5 μ.
Breite: 49,5—66,5 μ.

Die Antheridien sind gewunden, stehen auf geraden oder schneckenförmig eingerollten Stielen.

Breite der Fäden: 77,0—110,0 μ.

Auch hier haben wir eine ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Zoosporen. Sie sind denjenigen von Vauch. repens Hass. und Vauch. sessilis (Vauch.) DC. ähnlich. Die Sporangien sind dick keulenförmig.

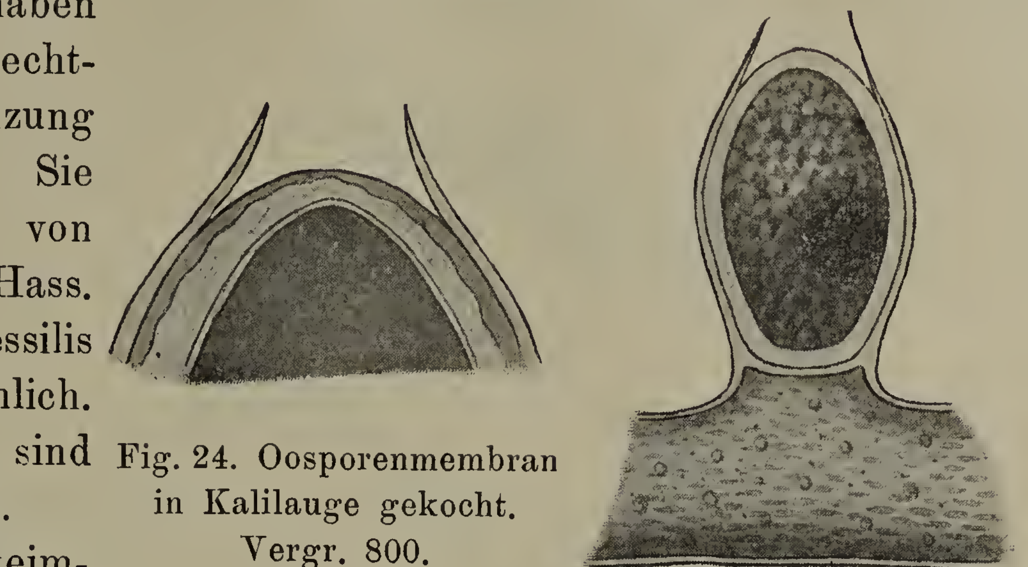


Fig. 24. Oosporenmembran in Kalilauge gekocht. Vergr. 800.

Fig. 25. Reife Oospore. Vergr. 397.

Die Zoosporenkeimlinge erzeugen beim Contact mit festen Körpern stark verzweigte Rhizoidenbüschel, Borge 94. Die Rhizoiden sind zum ersten Male von Unger beschrieben worden.

Grösse der Zoosporen { Länge: 136,0—176,0 μ. Breite: 126,0—154,0 μ.

Das Verhalten der Vauch. clavata (Vauch.) DC. gegen Rohrzuckerlösungen und K. N. unterscheidet sie von den schon besprochenen Sessilis-Formen. Geschlechtsorgane werden in zwei- bis vierproc. Rohrzuckerlösungen sehr selten und auch dann nur an Zoosporenkeimlingen nach 5—7 Tagen gebildet. Es tritt meistens eine Zoosporenbildung ein, an welcher die Alge ihre Kräfte erschöpft. Am sichersten werden die Geschlechtsorgane in feuchter Luft an Zoosporenkeimlingen gebildet, man kann sie aber auch an älteren Fäden in alten Culturen finden (Vauch. orthocarpa Reinsch).

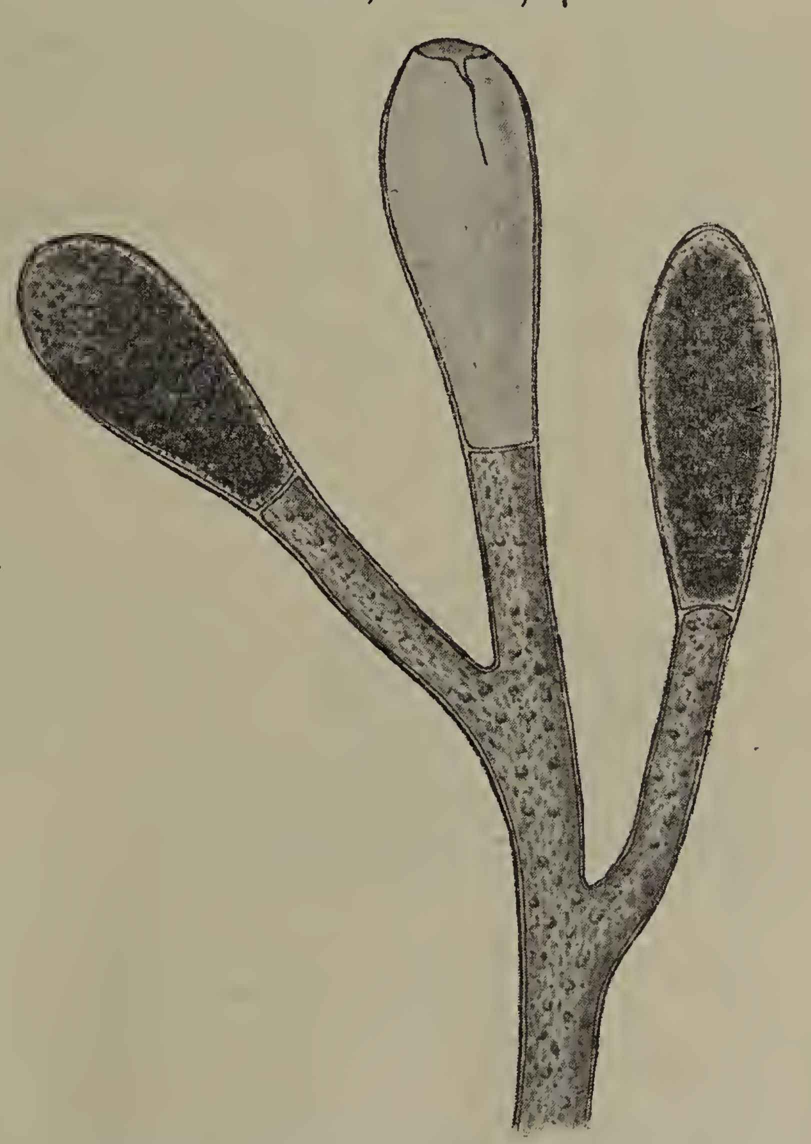


Fig. 26. Zoosporangien. Vergr. 121.

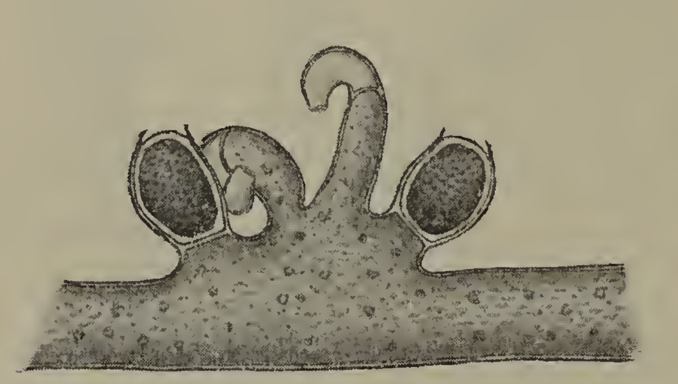
In K. N. tritt eine intensive Zoosporenbildung ein, welche ihre Grenze erst in einer 1,5proc. Lösung erreicht. Das vegetative Wachsthum wird durch diese Culturen gestört, die Alge fängt bald zu kränkeln an und geht schliesslich zu Grunde.



Fig. 27—28. Rhizoidenbildung. Vergr. 121.

Bei der Cultur in stehendem Wasser bildet Vauch. clavata (Vauch.) DC. eine Unmasse von Zoosporen. Diese Zoosporenbildung kann monatelang fortgehen und bis zur völligen Erschöpfung der Alge andauern.

Vorkommen: Vauch. clavata (Vauch.) DC. kommt ausschliesslich in schnellfliessendem Wasser vor und bildet dicke, kurz geschorene Polster, welche am Grunde der Bäche und Flüsse festsitzen. Ich fand sie im Dorfbach von Wiehlen, im Rümelinsbach bei Binningen, in der Kander etc.



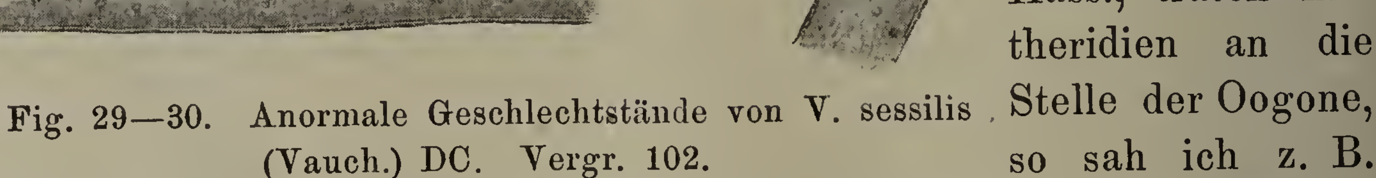


Fig. 29—30. Anormale Geschlechtstände von V. sessilis (Vauch.) DC. Vergr. 102.

In vielen Culturen dieser Sessilis-Arten, besonders an Vauch. sessilis(Vauch.)DC. und Vauch. repens Hass., traten Antheridien an die Stelle der Oogone, so sah ich z. B. ein Oogonium neben zwei Antheridien oder zwischen denselben, zwischen zwei Oogonien zwei Antheridien, drei Antheridien neben einem Oogonium etc. Diese Bildungen sind wahrscheinlich eine Folge von Sauer-

stoffmangel. Es ist auch G. Klebs gelungen, die Bildung der Oogonien auf experimentellem Wege zu unterdrücken und ihre Ersetzung durch Antheridien zu fördern. Durch Cultur von Vauch. repens Hass. unter geringem Druck gelangte er zu nachfolgendem Resultate. Die Bildung der Oogonien wird unter solchen Umständen stark behindert, der Bildung der Antheridien steht kein Hinderniss entgegen. Ich fand dasselbe bei Versuchen mit Vauch. sessilis (Vauch.) DC. unter einem Drucke von 110 mm in 2proc. Rohrzuckerlösungen. Die Anlagen der Geschlechtsorgane zeigten sich schon nach fünf Tagen. Vauch. clavata (Vauch.) DC. zeigt diese Neigung zur Ersetzung der Oogone durch Antheridien in Wasserculturen nicht; sie experimentell nachzuweisen, scheitert an der grossen Empfindlickeit dieser Alge gegenüber jeglichem Wechsel der Culturflüssigkeiten oder gegenüber dem Wechsel äusserer Einflüsse. Es tritt eine Zoosporenbildung ein und als Folge ein Kränkeln der Algenfäden.

In alten Culturen findet man hie und da merkwürdige Bildungen, besonders was die Stellung der Geschlechtsorgane anbelangt. Ich übergehe diese Erscheinungen, sie sind von Reinsch 87 (pag. 190) ausführlich beschrieben worden.

Stellt man die Resultate der angestellten Versuche mit diesen drei so nah verwandten Formen zusammen, so findet man folgende Unterschiede:

	Dicke der Fäden	Oogoniumformen Oosporenflecken	Form der Sporangien Rhizoiden	Verhalten gegenüber Rohrzucker	Verhalten gegenüber K. N.	Cultur in stehendem Wasser
Vauch. repens	33,0 – 49,5 μ	Schief-eiförmg, Schnabel horizontal. Sepiabraun. 1 bis mehrere.	Sporangien schwach keulig angeschwollen. Keine Rhizoiden.	Bildung der Geschlechtsorgane an alten Fäden und an Zoosporenkeimlingen in 2—4 % R. Z. in 3—5 Tagen.	Anlage der Geschlechtsorgane bis in 1 % K. N. Bildung von Zoosporen bis in 0,6 % K. N.	Bildet dichte Rasen, wächst sehr gut. Anfangs massenhafte Zoosporenbildung.
Vauch. sessilis	49,5—82,5 μ	Schief-eiförmig, Schnabel schief aufwärts. Rothbraun. 1 bis mehrere.	Sporangium stark keulig angeschwollen. Kleine wenig verzweigte Rhizoiden.	Bildung der Geschlechtsorgane an alten Fäden, meistens an Zoosporenkeimlingen in 2 bis 4 % R. Z. in 5 – 7 Tagen.	Anlage der Geschlechtsorgane bis in 1 % K. N. Zoosporenbildung wurde nicht beobachtet.	Bildet dichte Rasen, wächst gut. Wenig Zoosporen.
Vauch. clavata	77,0—110,0 μ	Schief-eiförmig, Schnabel vertical. Hellroth 1 selten mehr.	Sporangium stark keulig angeschwollen. Starke, reichverzweigte Rhizoiden.	Bildung der Geschlechtsorgane nur an Zoosporenkeimlingen in 2 – 4 % R. Z. in 5 – 7 Tagen.	Geschlechtsorgane werden keine angelegt. Zoosporenbildung bis in 1,5 % K. N.	Wächst schlecht. Massenhafte Zoosporenbildung, welche Monate lang andauern kann.

Vauch. sessilis (Vauch.) DC. ist eine Zwischenform, welche sich in den Geschlechtsorganen der Vauch. repens Hass. nähert und deren ungeschlechtliche Organe mehr denjenigen der Vauch. clavata (Vauch.) DC. ähnlich sind. In der Dicke der Fäden steht V. sessilis ungefähr in der Mitte zwischen V. repens und V. clavata.

b) Racemosae.

9. Vauch. hamata (Vauch.) DC.

Vauch.: Hist. d. Conf. pag. 26 P. II f. 2; DC.: Fl. fr. II pag. 63; Agdh. Spez. Alg. pag. 462; Syst. Alg. pag. 172; Lyngb. Tent. Hydr. Dan. pag. 77 TxxC; Hass: Brit. freshw. Alg. pag. 53 P. V f. 1; Cleve: Vauch. pag. 6 f. 2; Kuetz.: Spez. Alg. pag. 488; Walz: Pringsh. Jhb. V 1866 pag. 148 P. XII f. 12—16; Rabenh.: Krypt. Sachs. pag. 224; Flor. europ. Alg. pag. 270; Nordst.: Algol. Småsaker II in bot. Not. 1879 pag. 188; De Toni e Levi: Fl. Alg. Ven. III pag. 92; Hansg.: Prodr. pag. 95; De Toni: Syll. Alg. I. p. 400.

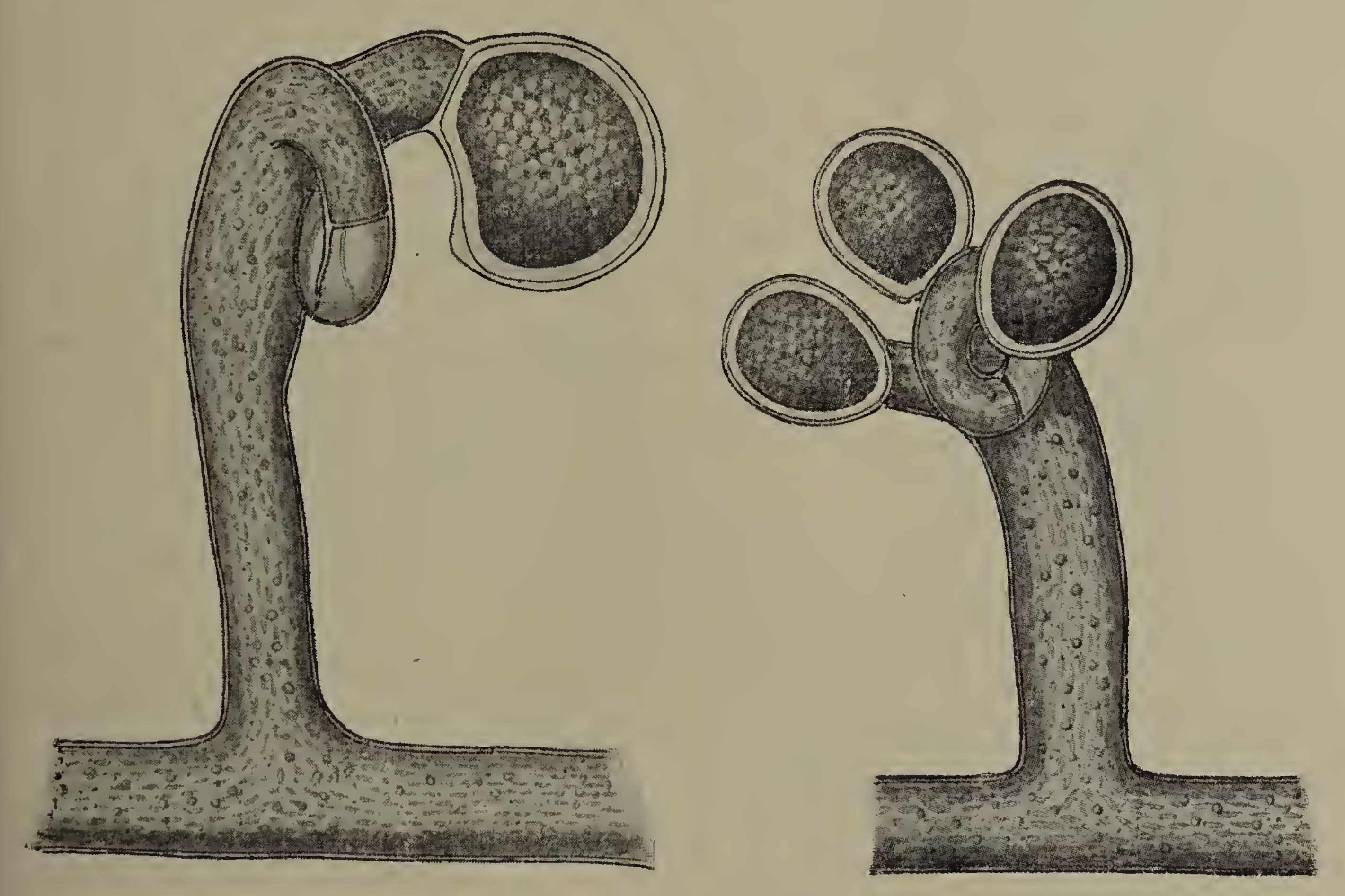


Fig. 31. Vergr. 397. Fig. 32. Vergr. 280.

Fig. 31—32. V. hamata (Vauch.) DC.

Vauch. hamata ist eine von Vaucher 03 aufgestellte Art, welche von den nachfolgenden Forschern immer als selbständige Form beschrieben wurde. Walz führt sie in seiner Monographie als neue Species auf, da sie nach den Abbildungen und Beschreibungen der älteren Autoren nicht erkennbar sei. Dies ist nun nicht der Fall, ich erinnere nur an die Beschreibung von Vaucher und die Abbildung von Hassall, nach welcher diese Art ganz gut bestimmt werden kann. Physiologische Notizen über Vauch. hamata fehlen.

Auf einem Fruchtast sitzen ein oder zwei, selten drei Oogonien unterhalb des Antheridiums.

Die Oogonien sind eiförmig oder convex-plan oder convex-concav. Die gerade oder concave Seite ist immer dem Antheridium zugekehrt. Die Oosporen liegen der Oosporenmembran fest an und fallen bei der Reife von ihr umgeben ab. Die Oosporenmembran ist vierschichtig, die mittlere Schicht ist dick und stark lichtbrechend. Die reife Oospore hat immer einen centralen, sepiabraunen bis schwarzen Flecken.

Grösse der Oosporen { Länge: 66,0—88,0 μ.
Breite: 55,0—66,0 μ.

Das Antheridium steht endständig und ist hornartig oder schneckenförmig eingerollt. Die Antheridiumebene bildet mit der Oogoniumebene einen Winkel.

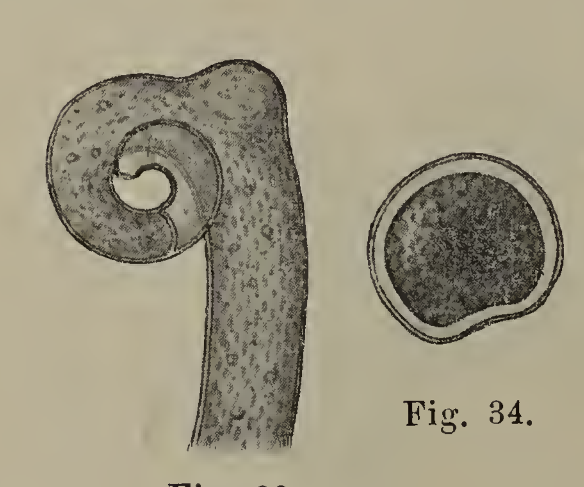


Fig. 34.

Fig. 33.

Fig. 33. Antheridium.
Fig. 34. Reife Oospore.
Vergr. 225.

Die Fäden sind dünn, sie erreichen eine Breite von 38,5—55,0 μ.

Nach Walz vermehrt sich vorstehende Alge durch Aplanosporen, welche mit einem Rucke aus dem Sporangium austreten. Klebs und ich haben sie nicht gesehen.

In 7—10 Tagen werden in 2- bis 4proc. Rohrzuckerlösungen Geschlechtsorgane gebildet; die Bildungsgrenze ist eine 7proc. Lösung.

K. N. wirken hemmend auf das Wachsthum von Vauch. hamata (Vauch.) Walz. Geschlechtsorgane werden noch in 0,2 proc. K. N. angelegt.

Fliessendes Wasser befördert das vegetative Wachsthum und unterdrückt die Bildung der Geschlechtsorgane. In stehendem Wasser wächst die Alge zu 3 cm hohen lockeren Rasen heran, welche schon nach zwei Wochen dicht mit Früchten beladen sind.

Vorkommen: Vauch. hamata (Vauch.) Walz kommt hauptsächlich auf feuchter Erde vor und bildet hier gelblichgrüne, filzige Ueberzüge. Die Fäden sind starr und unregelmässig verzweigt. Ich fand sie auch in fliessendem Wasser. Fundorte sind: Aecker von Neudorf, alte Napoleonsstrasse oberhalb Allschwyl, der alte Rhein bei Istein, St. Albanteich etc.

10. Vauch. terrestris Lyngb.

DC.: Fl. f. II pag. 62; Lyngb.: Hydr. Dan. pag. 77 f. 18—19; Agdh.: Syst. Alg. pag. 173; Spez. Alg. pag. 465; Kuetz.: Spez. Alg.

pag. 488; Cleve: Vauch. pag. 5 f. 1; Hass.: Brit. freshw. Alg. pag. 53 Pl. V f. 2; Rabenh.: Krypt. Flor. v. Sachs. I p. 224; Flor. europ. Alg. III pag. 270; Walz: Pringsh. Jhb. V 1866 p. 149 T. XIII f. 18—19; De Toni e Levi: Flora Alg. Ven. III pag. 92; De Toni: Syll. Alg. III p. 401; Ectosperma terrestris Vauch.: Hist. pag. 33 P. III f. 9; Vauch. pendula Reinsch: Algfl. mittl. Frank. pag. 221 T. XIII f. IIIa —IIId; Vauch. circinata Kuetz.

Vauch. terrestris Lyngb. war wahrscheinlich schon J. Rayus 1724 bekannt. Er beschrieb diese Alge als Byssus velutina (p. 56). Abgebildet wurde sie zuerst von Pet. Ant. Micheli, der auch schon die Fruchtkörper, als kleine, dem Thallus aufsitzende Papillen bemerkte.

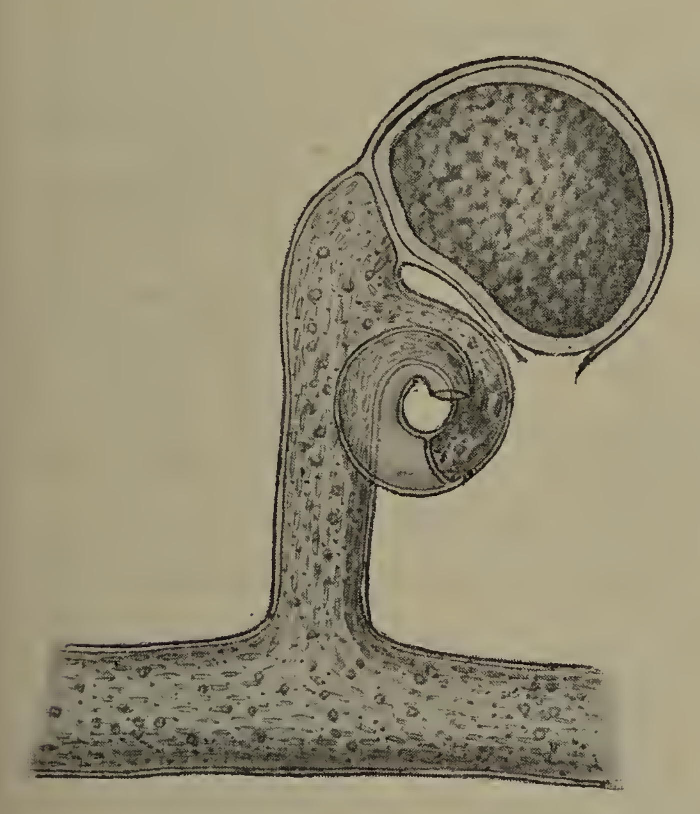


Fig. 35. Vergr. 225.

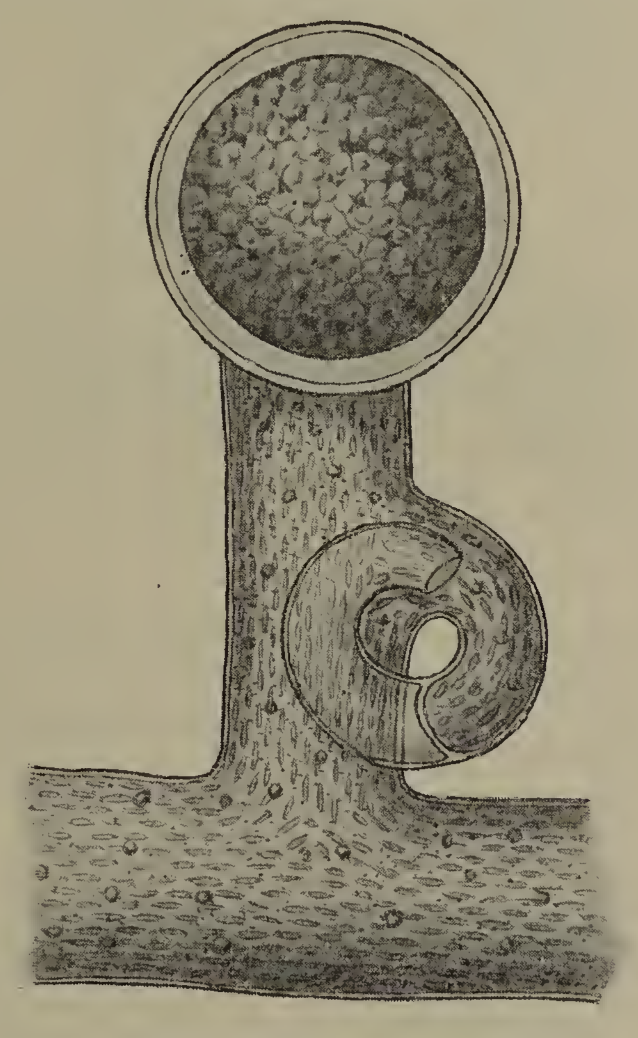


Fig. 36. Vergr. 490.

Fig. 35—36. V. terrestris Lyngb.

Vauch. multicornis Vauch. 03 ist eine Durchwachsungsform der Vauch. terrestris, wie sie sich besonders leicht in Culturen in feuchter Luft bilden, ebenso Vauch. circinata Kuetz.

Vauch. pendula Reinsch 67 gehört ebenfalls zu Vauch. terrestris, nur ist bei ihr, wie es übrigens öfters vorkommt, der Oogoniumstiel stärker nach abwärts gebogen.

Dem Fruchtast sitzt das immer in der Einzahl vorkommende Oogonium direct auf. Es ist rund-oval bis plan-convex; die gerade Seite ist immer dem Antheridium zugekehrt. Die Oosporen liegen der Oogoniummembran fest an und fallen umgeben von derselben ab,

worauf sich letztere in Gallerte umwandelt und zerfliesst. Die Oosporenmembran ist vierschichtig. Die Oospore ist an den in ihrem Innern liegenden braunen Flecken leicht kenntlich.

Grösse der Oosporen { Länge: 82,5—121,0 μ. Breite: 60,5—99,0 μ.

Das Antheridium steht terminal und ist spiralig oder schneckenförmig 1—1½mal eingerollt.

Breite der Fäden: 49,5—66,0 μ.

Eine ungeschlechtliche Fortpflanzung ist unbekannt. In 2—4proc. Rohrzuckerlösungen bildet Vauch. terrestris Lyngb. ihre Geschlechtsorgane innerhalb 7—9 Tagen, es zeigen sich aber mancherlei Unregelmässigkeiten. Die Bildung der Geschlechtsorgane hört in 8proc. Rohrzuckerlösungen auf.



Fig. 37. Oosporenmembran in Kalilauge gekocht. Vergr. 1120.

K. N. verhindert die Fruchtbildung; die Alge geht darin schon nach mehrwöchentlicher Cultur zu Grunde.

In stehendem Wasser bildet Vauch. terrestris Lyngb. bis 8 cm hohe Rasen. Geschlechtsorgane zeigen sich darin schon nach acht Tagen. Fliessendes Wasser befördert das vegetative Wachstum, verhindert aber wieder die Entstehung der Geschlechtsorgane.

Vorkommen: Vauch. terrestris Lyngb. bildet verworrene grüne Ueberzüge auf feuchtem Boden und auf Felsen in Bächen, welche hin und wieder von dem Wasser bespült werden. Sie gehört zu den verbreitetsten Algen. Ich fand sie auf den Aeckern bei Neudorf und oberhalb Stetten, im Fahrweg auf den Blauen oberhalb Badenweiler, im Kaltbrunnenthal, auf Blumentöpfen im botanischen Garten etc.

11. Vauch. uncinata Kuetz.

Kuetz.: Tab. Phyc. T. 60 f. 1; Rabenh.: Krypt. v. Sachs. I. pag. 325; Desmaz. Cr. d. Fr. n. 607; Walz: Pringsh. Jhb. V 1866 pag. 149; Hansg. Prodr. pag. 96; Nordst.: Alg. Småsaker II Bot. Not. 1879, pag. 188; De Toni: Syll. Alg. pag. 402; Vauch. verticillata Kuetz.[1])

Vauch. uncinata ist die einzige sichere und einwandsfreie Vaucheriaart, welche von Kuetzing aufgestellt worden ist. Die un-

1) Die vorliegende Arbeit war schon im Druck, als ich von der Abbhandlung W. Rothert's (96), die Vauch. Walzi betreffend, Kenntniss bekam. Diese Vauch. stimmt mit der V. uncinata Kuetz. in allen Punkten überein, so dass ich sie letzterer zuzähle.

geschlechtliche Fortpflanzung war ihm und den neuen Systematikern unbekannt, ebenso die physiologischen Eigenschaften.

Auf einem kürzeren oder längeren Fruchtaste stehen seitlich unterhalb des Antheridiums 2—6 Oogone. Sie sind eiförmig oval bis rund und sitzen auf Stielen, die die Länge der Oogone übertreffen. Diese Stiele sind gewöhnlich nach abwärts geneigt, so dass der Fruchtstand einem Kandelaber ähnlich sieht; sie können aber auch horizontal stehen oder nach aufwärts gerichtet sein. Die Oospore fällt, umgeben von ihrer Oogoniummembran, leicht ab und enthält einen oder mehrere braune bis schwarze Flecken. Die Oosporenmembran ist dreischichtig.

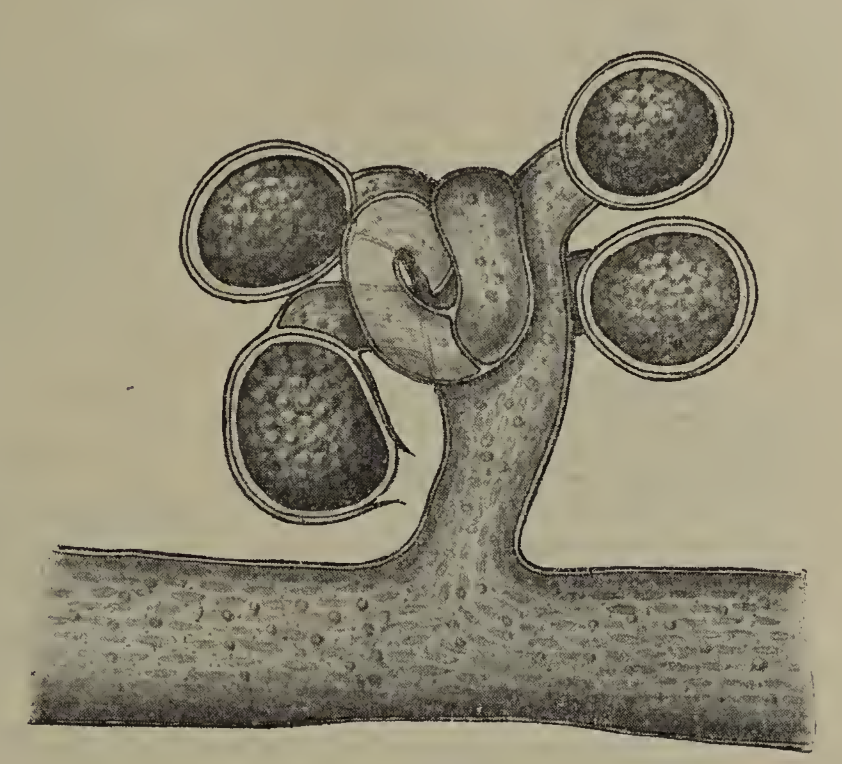


Fig. 38. V. uncinata Kuetz. Vergr. 225.

Grösse der Oosporen: { Länge: 71,5—82,5 μ. Breite: 66,0—77,0 μ.

Das Antheridium steht immer endständig, ist schneckenförmig oder spiralig gewunden.



Fig. 39. Aplanospore. Vergr. 102.

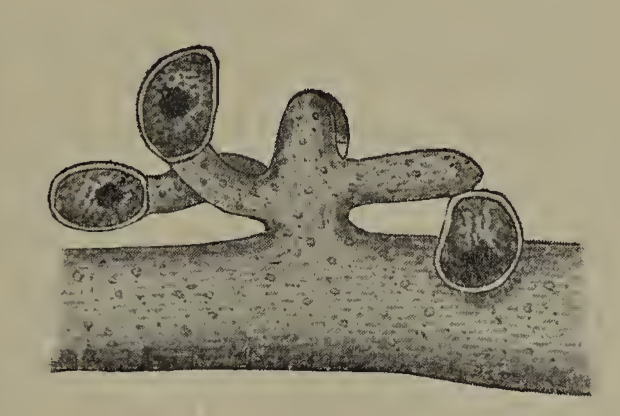


Fig. 40. Fruchtstand mit abfallenden reifen Oosporen. Vergr. 102.

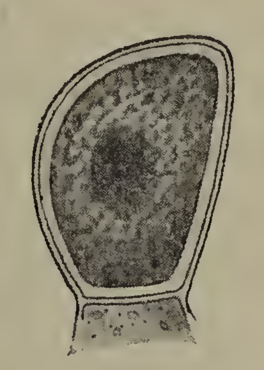


Fig. 41. Reife Oospore. Vergr. 280.

Breite der Fäden: 60,0—77,0—104,5 μ. Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Aplanosporen. Diese sind kugelig und werden durch Zersetzung der Sporangiummembran frei.

Grösse der Aplanosporen: { Länge: 116,9—233,8 μ. Breite: 116,9—217,8 μ.

Diese Vaucheriaart bildet in 2—4proc. Rohrzuckerlösungen in 7—9 Tagen ihre Geschlechtsorgane; 7proc. Lösungen sind die Grenze für deren Entstehung.

K. N. fördert das Wachsthum der Vauch. uncinata Kuetz. Geschlechtsorgane werden noch in 0,7%, Aplanosporen in 1,5% Lösungen gebildet, letztere jedoch nur bei schwacher Beleuchtung.

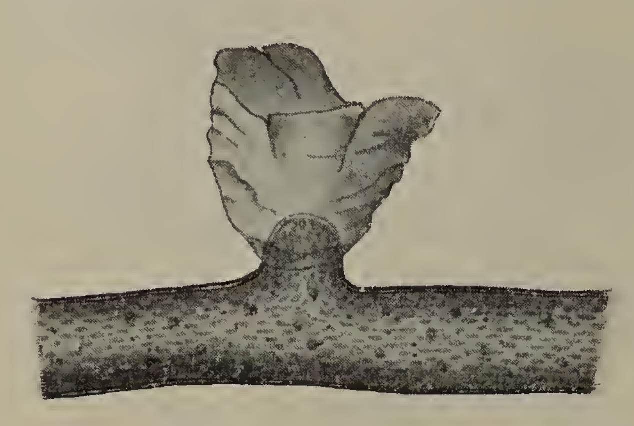


Fig. 42. Entleertes Sporangium. Vergr. 102.

In stehendem Wasser wächst Vauch. uncinata Kuetz. bis zu 4 cm hohen Rasen heran und erzeugt hierin ihre Geschlechtsorgane in 10 bis 12 Tagen. Feuchte Luft befördert die Aplanosporenbildung. Bei der schlechten Beleuchtung in den Wintermonaten habe ich an dieser Alge immer nur eine üppige Aplanosporenbildung beobachten können. Im Sommer traten sie nur selten auf. Das umgekehrte Verhältniss tritt bei der Bildung der Geschlechtsorgane ein.

Vorkommen: Vauch. uncinata Kuetz. kommt in Teichen, Tümpeln kleinen Bächen und an Brunnenrändern vor und bildet entweder lockere, freischwimmende Matten oder dünne Polster. Sie findet sich an folgenden Orten der Umgebung Basels: Bach oberhalb Inslingen, Dorfbach in Riehen, Wehr an der Birs bei Münchenstein, Birsig, Brunnen in Allschwyl etc.

12. Vauch. racemosa (Vauch.) DC.

Vauch.: Hist. d. Conf. pag. 32 P. III f. 8; DC.: Fl. fr. II pag. 61; Lyngb.: Tent. Hydr. Dan. pag. 81—82 T. 23 C.; Agdh.: Syst. Alg. pag. 175; Spez. Alg. pag. 469; Kuetz.: Tab. Phyc. VI t. 63 f. 2; Spez. Alg. pag. 488—489; Cleve: Svensk. art. Vauch. pag. 6—7, f. 5; Rabenh.: Flor. europ. Alg. III pag. 270; Krypt. v. Sachs. pag. 225; Walz: Pringsh. Jhb. V 1866 pag. 21—22; Desmaz: Cr. d. Fr. I pag. 257; De Toni: Syll. Alg. I pag. 400.

Vauch. racemosa wurde seit Walz immer als Varietät der Vauch. geminata aufgeführt. Sie kann aber letzterer nicht angehören, weil geminata ein anders geformtes Antheridium besitzt. Die Form der Oogonien, der Aplanosporen und die Dicke der Fäden stimmen mit den entsprechenden Gebilden der Stammform nicht überein. Vauch. racemosa ist eine selbständige, der Gruppe der Corniculatae Racemosae angehörige Art.

Vauch. multicornis kann nicht der beschriebenen Art angehören. Durchwachsungen sind bei ihr sehr selten und kommen nie in der für Vauch. multicornis charakteristischen Weise vor.

Ich glaube diese Art als eine Durchwachsungsform von Vauch. terrestris Lyngbye bezeichnen zu können.

Die Oogonien sitzen zu 2—6 an dem kurzen Fruchtast und unterhalb des terminalen Antheridiums. Sie sind halbrund elliptisch bis convex-concav und gestielt.

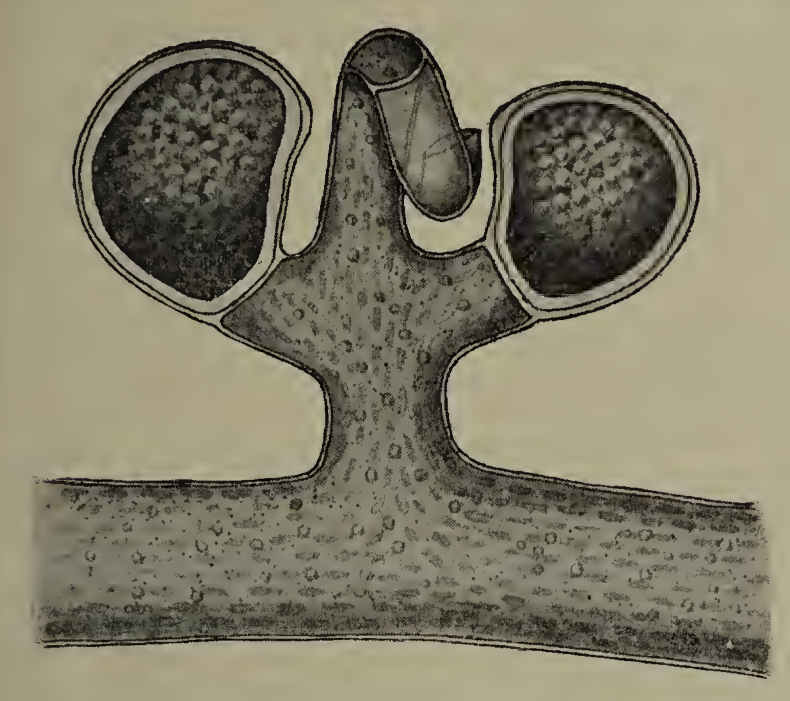


Fig. 43. V. racemosa (Vauch.) DC. Vergr. 280.

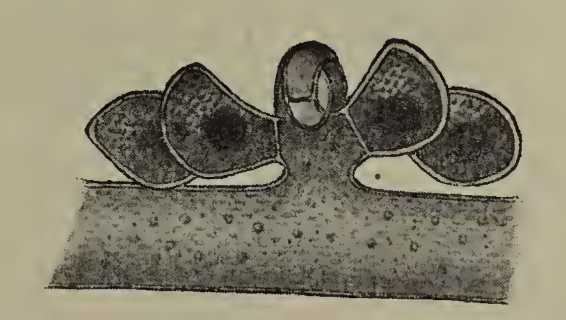


Fig. 44. Fruchtstand mit reifen Oosporen. Vergr. 102.

Die Stiele sind immer nach aufwärts gerichtet. Die reifen Oosporen enthalten einen oder mehrere braunrothe Flecken. Die Oosporenmembran ist dreischichtig.

Grösse der Oosporen: { Länge: 66,0—77,0 μ. Breite: 60,5—55,0 μ.

Das Antheridium ist immer endständig und schneckenförmig oder hornartig eingebogen.

Breite der Fäden: 66,0—82,5 μ.

Die ungeschlechtliche Fortpflanzung geschieht durch Aplanosporen. Sie werden durch die Zersetzung der Sporangiummembran frei.

Grösse der Aplanosporen: { Länge: 116,9—208,7 μ. Breite: 116,9—183,7 μ.

Die Geschlechtsorgane bilden sich in 2—4proc. Rohrzuckerlösungen in 5—8 Tagen. Die Grenze ihrer Bildung und Befruchtung liegt bei 7%. 4—6proc. Rohrzuckerlösungen dienen zur Erzeugung von Aplanosporen. Letztere bilden sich auch reichlich in feuchter Luft.

K. N. wirken hemmend auf das Wachsthum, die Alge geht in diesen Nährlösungen bald zu Grunde.

In fliessendem und stehendem Wasser lässt sich Vauch. racemosa (Vauch.) DC. sehr gut cultiviren. In ersterem Medium bildet auch sie keine Geschlechtsorgane.

Vorkommen: Vauch. racemosa (Vauch.) DC. kommt in Gräben, Tümpeln, Weihern und auf feuchter Erde vor, und bildet entweder lockere oder freischwimmende Fadenmassen, oder feine, verworrene Ueberzüge. Als Standorte kann ich folgende Stellen bezeichnen: Neudörfler Sumpf, alter Rhein bei Istein, Graben bei Neuallschwyl, feuchter Boden beim Ausfluss der Kander in den Rhein etc. Die Alge war immer steril.

III. Anomalae Hansg.

13. Vauch. geminata (Vauch.) DC.

Vauch.: Hist. d. Conf. pag. 291 T. II f. 5; DC.: Fl. fr. II pag. 62; Lyngb.: Tent. Hydr. Dan. pag. 80 T. 23 a; Agdh.: Spez. Alg. pag. 467; Syst. Alg. pag. 174; Hass.: Brit. freshw. Alg. pag. 55 T. III f. 1; Kuetz.: Spez. Alg. pag. 488; Desmaz: Crypt. d. Fr. I n. 57; Cleve; Art. Vauch. pag. 6 f. 4; Walz: Pringsh. Jhb. V 1866 pag. 147, t. XII f. 7—11; Rabenh.: Flor. europ. Alg. III pag. 269; Krypt. Sachs. I pag. 225; Nordst.: Alg. Småsaker II in Bot. Not. 1879 pag. 188; Kirchner: Alg. Schlesiens pag. 83; Hansg. Prodr. pag. 95; De Toni: Syll. Alg. I pag. 399.

Gongrosira dichotoma Kuetz.: Tab. Phyc. IV. f. 98; Stahl: Ruhezust. d. V. geminata Bot. Ztg. 1879, pag. 129—137; Vauch. caespitosa Vauch. Hist. pag. 28 t. II f. 4; Agdh.: Syst. Alg. pag. 154; Spez. Alg. pag. 468; Lyngb.: Tent. Hydr. Dan. pag. 81 T. 23 B; Kuetz.: Spez. Alg. pag. 488; Cleve: Art. Vauch. pag. 6 f. 3; Rabenh.: Krypt. Sachs. pag. 225; Stockmayer: Hedwig. 1890 Bd. 29 pag. 273—276 f. 1—6; Vauch. sacculifera Kuetz.: Tab. Phyc. t. VI f. 22.

Als Vauch. geminata (Vauch.) DC. wurde seit Walz eine den Corniculatae Racemosae angehörige Vaucheriaart bezeichnet, die aber bei näherer Untersuchung gerade das Hauptmerkmal dieser Gruppe, das schon beschriebene cylindrische Antheridium, nicht besitzt. Walz, Hansgirg, De Toni etc. übersahen die typische Form des Antheridiums, oder bemerkten sie nur wie Walz in einigen Ausnahmefällen (vgl. auch Schenk).

Vauch. geminata (Vauch.) DC. ist der Vauch. de Baryana nahe verwandt und gehört mit derselben in die Gruppe der Anomalae Hansg.

Vauch. caespitosa ist nicht nur keine selbständige Art, sondern auch keine Varietät von Vauch. geminata (Vauch.) DC. Ich sah in

vielen Fällen Fruchtstände mit kurzen Fruchtästen und deutlich gestielten Oogonien und daneben auf dem gleichen Faden solche mit langen Fruchtästen und sitzenden Oogonien. Die übrigen besonders von Stockmayer angeführten und beschriebenen Merkmale sind unmaassgeblich. Schon Vaucher hat die Anschwellungen und Ausstülpungen an den Fäden der Vauch. geminata, die, nebenbei gesagt, bei jeder Art sich vorfinden können, auf Räderthierchen, welche in denselben leben, zurückgeführt. Meiner Ansicht nach können solche kleinen Unterschiede wie die angeführten kaum zur Aufstellung von Varietäten, nie aber zur Aufstellung selbständiger Arten dienen.

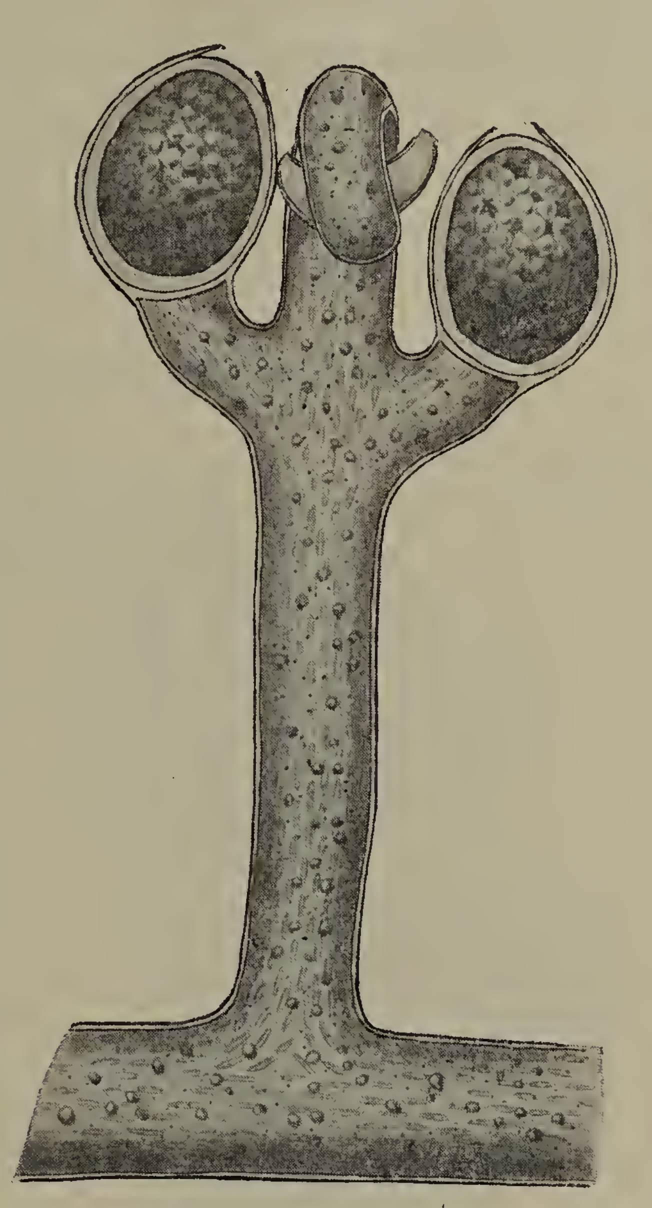


Fig. 45. V. geminata (Vauch.) DC. Verg. 225.

Hansgirg's Varietät V. verticillata gehört wahrscheinlich gar nicht zur Vauch. geminata (Vauch.) DC., sondern zu Vauch. uncinata Kuetz. oder Vauch. racemosa (Vauch.) DC. Vauch. geminata hat nie mehr wie 2 (sehr selten 3) Oogonien an demselben Fruchtstand aufzuweisen. Die Verwechslung scheint mir auch hier durch die ungenaue Beobachtung des Antheridiums bedingt. Die Varietät rivularis Hansgirg unterscheidet sich von der Stammform nur durch kleinere Oosporen (die Messungen stimmen mit den von mir gemachten überein) und das häufige Vorkommen nur einer Oospore. Diese Angaben allein charakterisiren eine Varietät nicht. Ich ziehe diese Formen zusammen zu der einzigen Art: Vauch. geminata (Vauch.) DC.

Die Oogonien stehen aufrecht entweder einzeln oder zu zweien rechts und links des Fruchtastes und unterhalb des Antheridiums. Sie sind entweder deutlich gestielt oder sitzend, länglich-oval und ein wenig gegen das Antheridium geneigt. Der Schnabel des Oogoniums ist sehr kurz. Es kommen selten mehr wie 2 Oogonien vor.

Die reife Oospore enthält einen centralen rothen oder mehrere solcher Flecken. (Es sind selten mehr wie drei.) Die Oosporen-

membran ist dreischichtig. Die mittlere Schicht ist dünner wie die sie umgebenden.

Grösse der Oosporen: { Länge: 99,0—137,5 μ. / Breite: 77,0—104,5 μ. }

Die Antheridien sitzen am hornartig gekrümmten Ende des Fruchtastes, sind an ihrer Basis verbreitert, Schenk, und besitzen zwei, selten eine oder mehrere, seitliche Ausstülpungen, welche zur Reifezeit mit den Schnäbeln der Oogone auf ungefähr gleicher Höhe stehen.

Breite der Fäden: 55,0—99,0 μ.

Vauch. geminata (Vauch.) DC. pflanzt sich ungeschlechtlich durch Aplanosporen fort. Diese haben eine länglich-ovale Gestalt und überragen an Grösse die Aplanosporen der anderen Vaucheriaarten.

Grösse der Aplanosporen: { Länge: 200,4—250,8 μ. / Breite: 116,9—183,7 μ. }

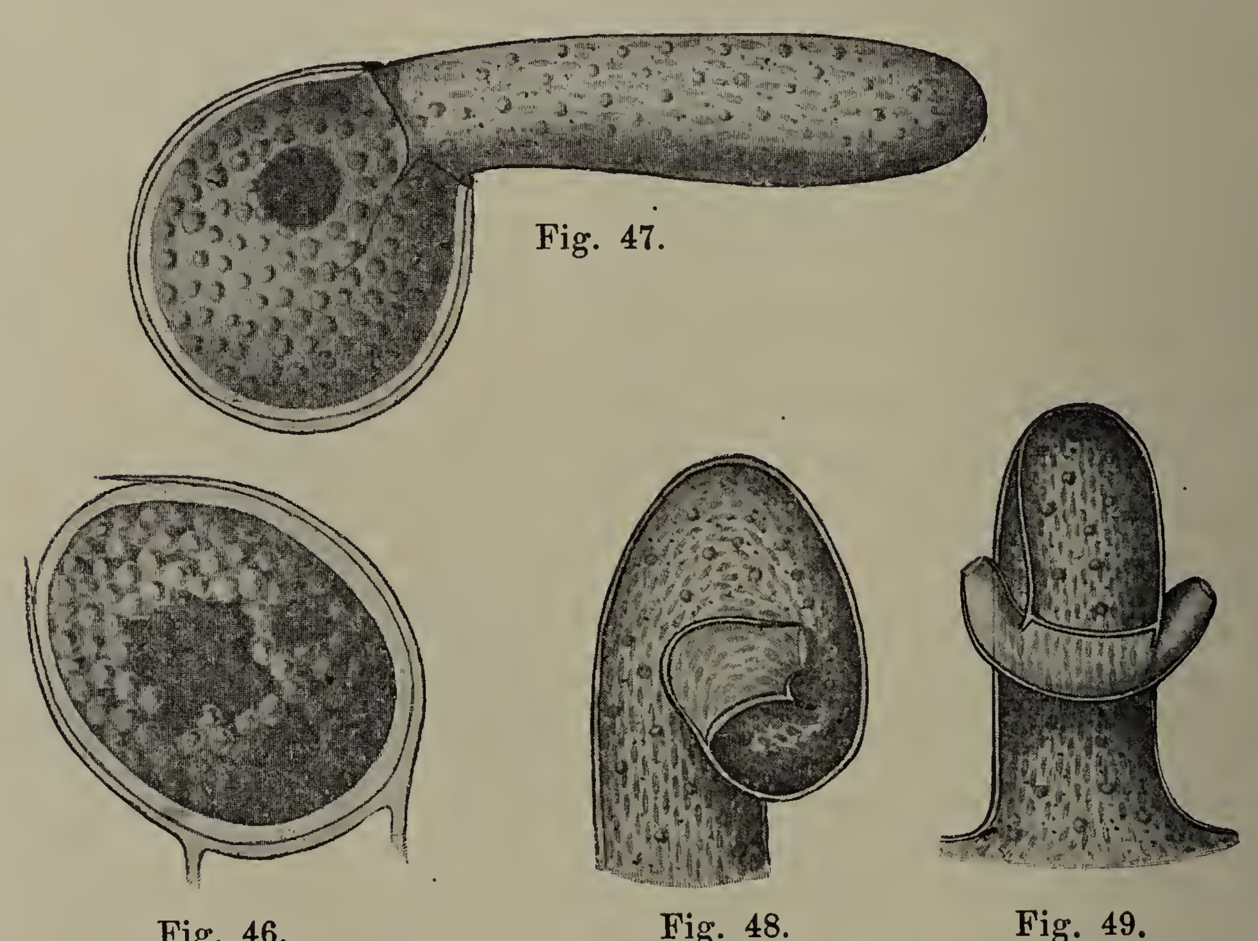


Fig. 46. Reife Oospore. Vergr. 397.
Fig. 47. Keimende Oospore. Vergr. 397.
Fig. 48—49. Antheridien. Vergr. 397.

Rohrzuckerlösungen von 2—4 % befördern die Bildung der Geschlechtsorgane. Sie erfolgt in denselben innerhalb 9—11 Tagen, die Grenze der Bildung liegt bei 7%.

K. N. haben für die Cultur dieser Vaucheriaart keinen grossen Werth. Sie bildet darin nie Geschlechtsorgane und zeigt auch nur wenig vegetatives Wachsthum.

In stehendem Wasser cultivirt sich Vauch. geminata (Vauch.) DC. sehr gut und bildet darin steife borstige Rasen. In diesen Culturen werden die Geschlechtsorgane zuerst in der feuchten Luft, d. h. an den Fäden welche über den Wasserrand hinausgewachsen sind, angelegt und zwar nach 12—15 Tagen. Fliessendes Wasser befördert das vegetative Wachsthum und verhindert wieder die Bildung der Geschlechtsorgane.

Vorkommen: Vauch. geminata (Vauch.) DC. bildet schmutzig bis dunkelgrüne hahnenkammförmige Polster an den Ufern von Bächen, Flüssen und an Brunnenrändern oder grüne Ueberzüge auf feuchter Erde. Sie kommt überall vor und überwuchert die übrigen Vaucheriaarten.

13a. Vauch. geminata var. pendula.

Im Frühjahr 1895 fand ich auf einer Excursion in dem kleinen Bächlein, das ein wenig oberhalb der über die Wiese führenden Brücke von Lörrach auf dem rechten Ufer in dieselbe einmündet, eine Vaucheriaart, die, so viel mir bekannt, weder beschrieben noch abgebildet ist. Ich ziehe sie in den Formenkreis der Vauch. geminata (Vauch.) DC. und gebe ihr, ihrem Habitus entsprechend, den Namen Vauch. gem. var. pendula.

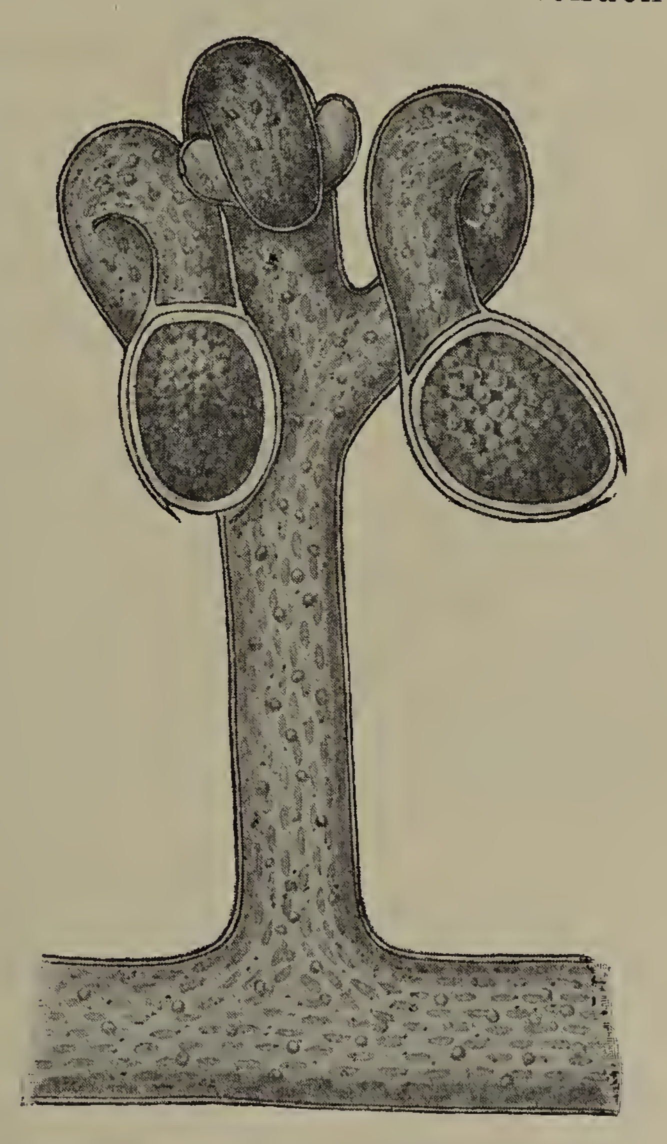


Fig. 50. V. geminata var. pendula. Vergr. 225.

Die vorstehende Alge ist eine nahe Verwandte der Vauch. geminata (Vauch.) DC. und gehört ihrer Antheridiumform nach in die jetzt beschriebene Gruppe der Anomalae Hansg.

Aus dem 60,5—71,5 μ breiten Thallusfaden wachsen lange Seitensprosse hervor, in denen sich Chlorophyll, Plasma und Oeltröpfchen reichlich ansammeln und das Ende dunkel bis schwarzgrün färben. Hierauf biegt sich das Astende um und rollt sich ein wenig ein. Unterhalb der Spitze entstehen nun ein oder zwei, sehr selten drei Höcker, welche vorerst nach aufwärts

wachsen, sich nachher nach unten umbiegen und unten keulig anschwellen. Antheridium und Oogonien trennen sich dann durch eine Scheidewand vom Thallusfaden resp. den Oogoniumstielen ab. Nach einiger Zeit erfolgt dann die Befruchtung.

Die Oogonien sind meist rundlich-oval oder convex-plan. Die gerade Seite ist dann immer dem Antheridium zugekehrt. Sie sind lang gestielt. Die Stiele sind nach abwärts gebogen und stehen nicht immer auf derselben Höhe. Die Oosporen sind grau und grobkörnig und enthalten in ihrem Innern einen oder mehrere braunrothe Flecken. Sie sind von den Oosporen der V. geminata nicht zu unterscheiden. Die Oosporenmembran ist ebenfalls dreischichtig.

Grösse der Oosporen: { Länge: 82,0—99,0 μ. / Breite: 71,5—77,0 μ.

Die Antheridien sind gleich geformt wie diejenigen der Stammform, nur sind die seitlichen Ausstülpungen mehr ausgezogen und breiter.

Auch hier geschieht die ungeschlechtliche Fortpflanzung durch Aplanosporen.

In 2—4 proc. Rohrzuckerlösungen bildet die Alge ihre Geschlechtsorgane in 7—9 Tagen, eine Befruchtung erfolgt noch in 7% Lösungen.

K. N. wirkt auf die Varietät wie auf die Stammform hemmend in Bezug auf die Bildung der Geschlechtsorgane und des vegetativen Wachsthums.

Stehendes Wasser befördert das Wachsthum der Alge, ebenso feuchte Luft. Die Geschlechtsorgane bilden sich darin nach 10 Tagen und zwar hauptsächlich an den in die feuchte Luft hinausgewachsenen Fäden. Fliessendes Wasser behindert auch hier die Bildung der Fortpflanzungsorgane, befördert hingegen ebenfalls das vegetative Wachsthum. Vauch. geminata var. pendula bildet in ihm dicke polsterartige kurz geschorene Rasen von gelb bis blaugrüner Farbe.

14. Vauch. De Baryana Wor.

Wor.: Bot. Ztg. 1880 pag. 425—432 T. III f. 1—13; Hansg.: Prodr. pag. 234; De Toni: Syll. Alg. I. pag. 402.

Vauch. De Baryana, von Woronin 80 sorgfältig untersucht, beschrieben und abgebildet, ist morphologisch eine genau bekannte Art. Physiologisch ist sie noch nicht bearbeitet worden.

Der Fruchtstand wird von 1—2 selten 3 Oogonien und einem Antheridium gebildet. Die Oogonien sind oval, manchmal kugelrund und haben einen sehr kurzen Schnabel. Sie stehen immer gerade

aufrecht und sind nie gegen das Antheridium geneigt. Die Oosporen enthalten im reifen Zustande entweder einen centralen braunen bis schwarzen Fleck oder deren mehrere. Die Oosporenmembran ist dreischichtig.

Grösse der Oosporen: { Länge: 60,5—71,5 μ. / Breite: 55,0—49,5 μ.

Die Antheridien sind endständig und stehen aufrecht auf dem geraden Fruchtaste oder sitzen an seinem hornartig gebogenen Ende. Sie besitzen mehrere, gewöhnlich 1—2, seltener 3—4, seitliche Aus-

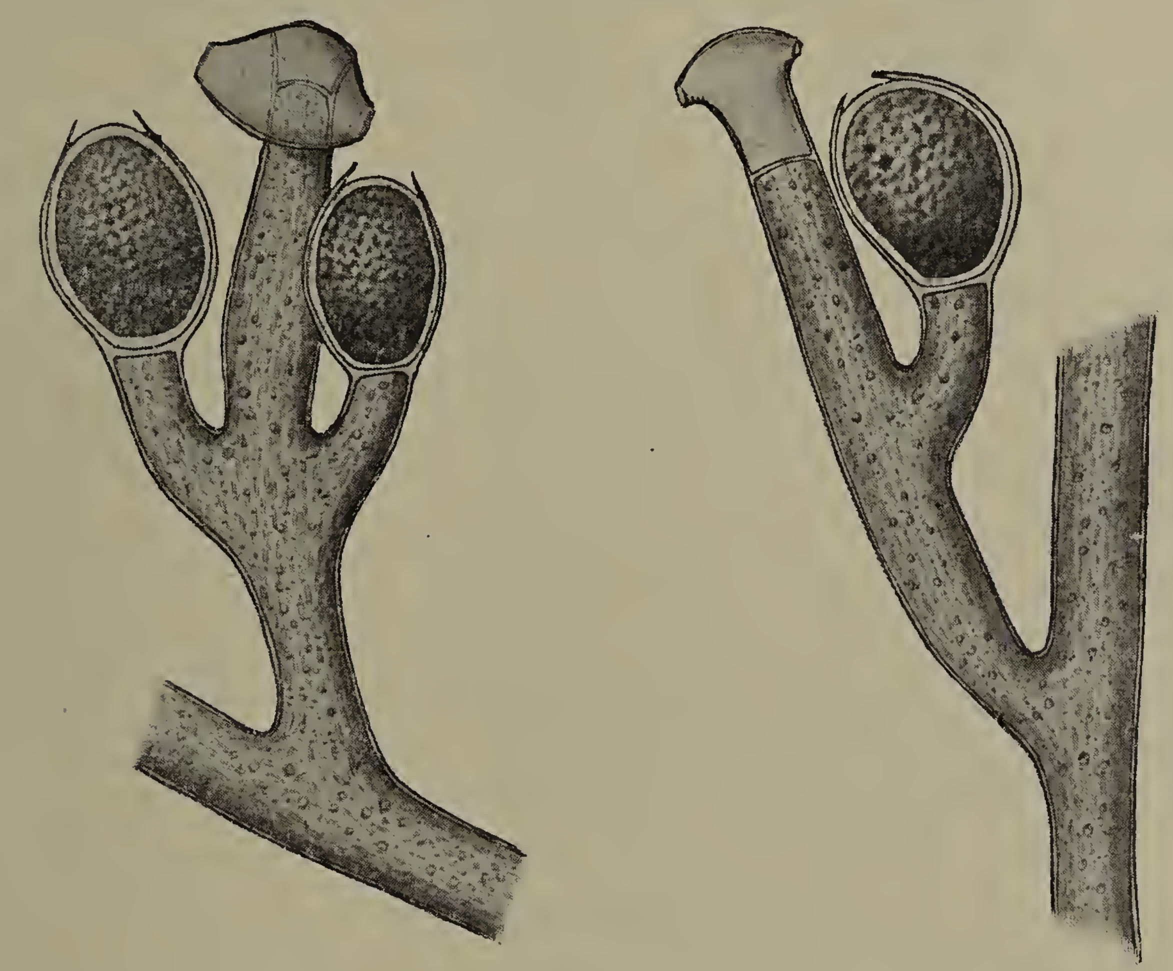


Fig. 51. Fig. 52.
Fig. 51—52. Vauch. De Baryana Wor. Vergr. 225.

stülpungen. Diese Ausstülpungen stehen zur Zeit der Befruchtung nur wenig über den Oogonienmündungen.

Breite der Fäden: 22,0—55,0 μ.

Eine ungeschlechtliche Fortpflanzung ist unbekannt.

Die Geschlechtsorgane bilden sich in 2—4 proc. Rohrzuckerlösungen in 9—12 Tagen, ihre Bildung resp. Befruchtung hört in 7 % auf.

K. N. wirken hemmend auf das Wachsthum der Vaucherie und führen nach mehrwöchentlicher Cultur den Tod derselben herbei.

In stehendem Wasser wächst Vauch. De Baryana Wor. sehr gut und erzeugt darin nach 10—12 Tagen reichlich Geschlechtsorgane.

Fliessendes Wasser verhindert wie K. N. deren Bildung, ist aber dem vegetativen Wachsthum förderlich.

Vorkommen: Vauch. De Baryana Wor. bildet dicke polster- oder rasenartige Lager von hellgelbgrüner bis graugrüner Farbe in Bächen und an Brunnenrändern. Die Fäden sind gewöhnlich mit kohlen-



Fig. 53. Reife Oospore. Vergr. 225.



Fig. 54.



Fig. 55.

Fig. 54—55. Antheridien. Vergr. 225.

saurem Kalk inkrustirt. Er kann in grossen Mengen auftreten und besonders alte Fäden röhrenförmig umschliessen. Ich fand sie im Neudörfler Sumpf, Wehr der Birs bei Münchenstein, Brunnen in Dornach-Brugg etc. Die Alge war immer steril.

In einer Wassercultur fand ich eine pathologische Form der Vauch. De Baryana Wor., welche von besonderem Interesse war. Die Oogonien erreichten in derselben die drei- bis vierfache Grösse der normalen Form und waren immer vegetativ. Die Antheridien wuchsen aus zu ähnlichen Gebilden wie die Rhizoiden.

Litteraturverzeichniss.

Agardh C. A., Synopsis Algarum Scandinaviae, Lundae 1817.

— — Spezies Algarum rite cognitae Vol. I, II, Griphisvaldiae 1821, 1828.

— — Systema Algarum, Lundae 1824.

Arechavaleta J., Los Vaucheria Montevideanos [Anales del Ateneo de Uruguay II 1883 f. IV und 17 p. 18 (plantes 5, 6)].

Balbiani, Observations sur le Notommate de Werneck et sur son parasitisme dans les tubes des Vaucheries [Ann. Sc. Nat. (Zoologie) 7 VII 1878 avec 1 planche).

Behrens J., Einige Beobachtungen über die Entwickelung des Oogons und der Oosphäre von Vauch. Bericht. d. deutsch. bot. Ges. 1890 p. 314—318.

Berthold G., Die Befruchtungsvorgänge bei den Algen, Biolog. Centralblatt 1881.

— — Zur Kenntniss der Siphoneen und Bangiaceen. Mittheil. Zool. Station zu Neapel, II. Band Heft I, Leipzig 1880.

Borge O., Ueber die Rhizoidenbildung bei einigen fadenförmigen Chlorophyceen, Upsala 1894.

Borodin C., Ueber die Wirkung des Lichtes auf die Entwickelung von Vauch. sessilis., Bot. Ztg. 1878 n. 32—35.

Breckenfeld A. H., Life history of Vaucheria (American Monthly Micr. Journ. 1885, p. 2—6 f. 3—6).
Cleve B. F., Om de Svenska arterna af slaghet Vaucheria De Cand. Stockholm 1863.
Cooke M. C., Notes on Vaucheria (Grevillea vol. XI. 1883, p. 104—106 pl. 161).
De Bary A., Ueber den geschlechtlichen Zeugungsprocess bei den Algen (Berichte der Naturf. Ges. Freiburg i. Br., 1856, n. 13).
De Candolle A. P., Flore française tome II (II ed.), Paris 1805.
De Toni G. B., Sylloge Algarum, Patavii 1889.
De Wildeman E., Note sur le Vaucheria sessilis DC. (avec 1 pl.) Bull. Soc. Belge de Micros. 1886 ann. II u. VI. p. 66.
Dillenius J. B. H. J., Historia muscorum, Londini 1741.
Dillwyn L. H., British Confervae, Londini 1809.
Dippel L., Ueber die Fortpflanzung der Vauch. sessilis, Flora XXIX 1856.
Hansgirg A., Prodromus der Algenflora Böhmens, Prag 1886—1888.
Hanstein, Ueber die Lebensfähigkeit der Vaucheriazellen und das Reproductionsvermögen ihres protoplasmatischen Systems. Bot. Zeitg. 1873 p. 697.
— — Reproduction und Reduction der Vaucheriazellen, Bonn 1880.
Haller Albr. von, Historia stirpium indigenarum Helvetiae, Bernae 1768 Tom. III p. 105.
Hassall A. H., History of the British Freshwater Algae, London 1852.
Itzigsohn H., Nachträgliche Bemerkungen über die Spermatozoiden der Vauch. Bot. Ztg. XI. 1854.
Klebs G., Die Bedingungen der Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. Jena 1896.
— — Zur Physiologie der Fortpflanzung von Vauch. sessilis (Verhandl. der Naturf. G. Basel, Band X Heft 1).
Kolderup-Rosenvinge, Om Vaucheria, Botanisk Fidkrift XII 1880 Heft 1.
Kuetzing F. T., Spezies Algarum, Lipsiae 1849 (p. 486—489).
— — Tabulae phycologicae Cent. I—XIX, Nordhausen 1849—1869.
Linnaeus, Genera juxta Plantarum I Ed., Lugdunia Bataverum 1737, S. 328.
— — Spezies Plantarum, Holoniae 1753, Vol. II. Cryptogamia, Algae p. 1168.
Leyser Wilh., Flora halensis, Halae Salicae 1768, T. III p. 105.
Leers Dr. J. Dan., Flora herbornensis. Herbornae Nassiovorum 1775 s. 266.
Leidy, On Vaucheria (Phil. acad. 1874, Grevillea III p. 30).
Lyngbye H. C., Tentamen Hydrophytologiae Danicae, Hafniae 1819, p. 75—82.
Magnus P., Ueber Gallen, die ein Räderthierchen an Vaucheriafäden erzeugt. Bot. Ztg. 1877 p. 497.
Micheli P. A., Nova plantarum Genera juxta Tournefortii methodum disposita, Florentiae 1729, p. 210 Tab. 89 f. 5.
Nees van Esenbeck C. G., Die Algen des süssen Wassers, Bamberg 1814.
Nordstedt O., Algalogiska småsacker I u. II Bot. Notiser 1878 p. 176 u. 1879, p. 177—180.
— — Some Remarks on british submarine Vauch. (1 plate) Scottisch Naturalist 1886 p. 382—84.
Oltmanns F., Ueber die Entwickelung der Sexualorgane bei Vaucheria. Flora 1895 (Heft 2).
Panzer G. W., Linnée's Pflanzensystem nach der XIV. lat. Ausgabe u. nach Anleitung des holländischen Houttuynischen Werkes übersetzt. Nürnberg 1787, Tom. XIII, P. 2, 10. Classe, S. 557.

Pringsheim N., Ueber die Befruchtung der Algen, Sitzungsber. d. Berl. Acad. 1855 p. 133.

Rabenhorst L., Kryptogamenflora von Sachsen, der Ober-Lausitz, Thüringen u. Nordböhmen, Leipzig 1863, p. 222—225.

— — Flora europaea Algarum aquae dulcis et submarine III, Lipsiae 1868, p. 486—489.

Rayus J., Synopsis methodica stirpium britannicarum ed. III, Londini 1724, p. 56.

Reinsch P. F., Eine neue Vauch. der Corniculatae, sowie über gynandrische Bildungen bei Vauch. Bericht der deutsch. bot. Ges. Berlin 1887, Band V p. 189.

— — Algenflora des mittleren Theiles von Franken, Nürnberg 1867 (p. 220—224).

Rothert W., Ueber die Gallen der Rotatorie Notommata Werneckii auf Vauch. Walzi n. sp. Pringsh. Jhb. 1896.

Sachs J., Physiologische Notizen II u. IX, Betrachtungen über Energiden und Zellen. Flora 1892 p. 57 und 1895 p. 405—434.

Schaarschmidt J., Zur Reduction des Thallus und der Sporenbildung bei Vauch. Magyar. novénytami Lapok, Klausenburg 1882, VI. Jhg. S. 10—13.

Schenk A., Zur Kenntniss der geschlechtlichen Fortpflanzung der Gattung Vauch. Würzburg, Naturwiss. Zeitschrift vol. II p. 201.

Schmitz F., Ueber die Zellkerne der Thallophyten. Sitzungsber. der Niederrhein. Ges. f. Nat. u. Heilkunde in Bonn 1879, p. 345—376.

Stahl F., Ueber die Ruhezustände der Vauch. geminata, 1 Taf. Bot. Ztg. 1879 p. 129—137.

Strasburger E., Ueber Befruchtung und Zelltheilung, Jena 1878.

— — Wirkung des Lichtes und der Wärme auf Schwärmsporen, Jena 1878 (75 S.).

— — Ueber Zellbildung und Zelltheilung, Jena 1876.

— — Studien über das Protoplasma, Jena 1876.

Stockmayer S., Vauch. caespitosa, Hedwigia 1890, Bd. 29 Heft 5 p. 273—276 f. 1—6.

Scholler, Flora Barbarensis, Lipsiae 1775, p. 254.

Thuret G., Recherches sur les organes locomotaires des Algues, Annales d. Sciences nat. ser. II T. 19, 1843, p. 42.

Trentepohl J. F., Beobachtungen über die Fortpflanzung der Ectosperma des Herrn Vaucher, Roth. bot. Bemerk. u. Berichtig. 1807 p. 180.

Unger F., Die Pflanze im Moment der Thierwerdung, Wien 1843.

— — Ueber Vauch. Clavata Agdh., Sitzungsber. d. k. Acad. d. Wiss. vol. VIII, Wien 1852.

— — Die Metamorphose der Ectosperma clavata Vauch. 1826.

Vaucher J. B., Histoire des Conferves d'eau douce, Genève 1803, p. 25—36.

Walz J., Beiträge zur Morphologie und Systematik der Gattung Vauch. DC. Pringsh. Jhb. V, 1866.

Weiss F. W., Plantae cryptogamicae Flora Göttingensis, Göttingen 1770, p. 12—13.

Wille N., Ueber Akineten und Aplanosporen bei den Algen (Vortrag i. d. bot. Ges. Stockholm., Ref. bot. Centralblatt 1883, Bd. XVI p. 215—219.

— — On slaegten Gongrosira Kütz., Stockholm 1883.

Wittrock V. B., Ueber eine subfossile hauptsächlich von Algen gebildete Erdschicht. Bot. Sällskapet in Stockholm, Bot. Centralblatt XXI 1886 p. 222—233.

Woronin M., Beitrag zur Kenntniss der Vaucherien, Bot. Ztg., Leipzig 1869.

— — Vauch. De Baryana, Bot. Ztg., Leipzig 1880.

Zur Frage über den Einfluss des Lichtes auf das Wachsthum der Pflanzen.

Von K. Stameroff.

Vorbemerkung. Die vorliegende Mittheilung ist ein Auszug aus einer umfangreicheren Veröffentlichung in russischer Sprache (Berichte der St. Petersburger Naturforschergesellschaft 1896), in welcher auch die Litteratur besprochen ist. Die Untersuchungen wurden während der Wintermonate 1894 und 1895 und des Sommers 1895 im pflanzenphysiologischen Institut der landwirthschaftlichen Hochschule in Berlin ausgeführt Herrn Prof. Kny spreche ich auch hier meinen besten Dank aus, ebenso Herrn Prof. Rischawi, der mir im Sommer 1895 die Mittel des botanischen Cabinets in Odessa zur Verfügung stellte.

Den Einfluss des Lichtes auf das Wachsthum untersuchte ich an Phycomyceten, den Rhizoiden der Marchantiabrutknospen und an Pollenschläuchen. Da die untersuchten Objecte von geringer Ausdehung waren und die Grösse ihrer Zuwachse selbst während eines mehr oder weniger dauernden Zeitraumes eine sehr kleine blieb, so wurde die Beobachtung des Zuwachses der Objecte unmittelbar durch das Mikroskop und die Ausmessung des Zuwachses entweder durch das Ocularmikrometer oder durch den Maassstab (wodurch die mittelst der Kammer abgezeichneten Bilder der untersuchten Objecte gemessen wurden) geführt. Um bei den Ausmessungen feste Punkte zu haben, woran sich die Abzählungen machen liessen, wurden die Methoden Askenasy's (Flora 1873 Nr. 15) und Löw's (Verh. der k. k. Zool.-Bot. Ges. in Wien 1867, XVII) oder die Verfahrungsarten, die jüngst Haberlandt (Oesterr. bot. Zeitschr. 1889) und Reinhardt (Jahrb. d. w. B. 1892) bei den Untersuchungen des Wachsthums der Wurzelhaare benutzten, angewandt, mit dem Unterschiede, dass ich nicht Stärkekörner oder Zinnoberpulver, sondern Quarzsand (in feinsten Staub zerrieben) gebrauchte. Dieser letzteren Verfahrungsart folgend, hatte ich Gelegenheit, bei den Voruntersuchungen unmittelbar den Wachsthumsort der Hyphen des Mucor Mucedo von Saprolegnia und der Rhizoiden der Marchantia zu bestimmen. Die Pilzhyphen und Rhizoiden stossen, im Substrat zwischen den Körnchen des Quarzsandes wachsend, gegen dieselben mit ihren Spitzen, wobei einige Körnchen an der Oberfläche der Spitzen ankleben und dann zusammen mit letzteren einige Zeit lang, je nachdem sie vorrücken, sich bewegen. Es zeigt sich, dass die Körnchen,

nachdem sie an die Gipfel anklebten und etwa mit ihnen vorwärts gingen, später nach und nach seitwärts herunterkriechen, sich auf eine Weite von einander entfernen und hier ihre fortschreitende Bewegung verlieren. Ausserdem gelingt es zu entdecken, dass die Grösse der Verschiebung eines Körnchens der Grösse des Zuwachses des Objectes während derselben Zeit gleich ist. Auf diese Art gelang es mir, die Angaben der genannten Autoren bezüglich des Wachsthums der Pilzhyphen nur an der Spitze zu bestätigen.

Betreffs der Art und Weise, wie die Messungen ausgeführt wurden, sei auf die ausführlichere Arbeit verwiesen, der auch einige Abbildungen beigegeben sind.

Mit einigen Ausnahmen wurden die Beobachtungen in hängenden Tropfen in 5- oder 3proc. Lösung Gallerte in Wasser, das 2⁰/₀₀ Nährsalze enthielt, mit folgendem Gehalt einzelner Salze gemacht: $Ca(NO_3)_2 : K_2HPO_4 : MgSO_4 : KNO_3 : NaCl = 2:1:1:1:1$ gemacht. Diese Gelatintropfen waren an grosse Deckgläser (37″ □) gebracht, welche letztere auf Farbschälchen liegen gelassen wurden.

Fast jede auf solche Weise erhaltene Cultur bietet ein treffliches und reiches Untersuchungsmaterial dar; man kann die Pilzhyphen unmittelbar mit dem Mikroskop, indem man ganze Culturen auf den Objecttisch stellt, beobachten.

Als Lichtquelle diente in den Versuchen der ersten zwei Gruppen eine elektrische Kohlenlampe, die ein sehr helles Licht gab. Die Strahlen der Lampe gingen zunächst durch eine Absorptionscuvette mit Wasser. Durch diese Cuvette floss mittelst eines Systemes von Gummi- und Glasröhren langsam und ununterbrochen das Wasser. Bei solcher Einrichtung waren von dem Wasser in der Cuvette die Wärmestrahlen absorbirt. Hinter der Cuvette befand sich das Mikroskop. Während der Zeit, wenn das Object aus der Wirkung des Lichtes isolirt sein sollte, war das Mikroskop mit einer eisernen Glocke bedeckt. Die annähernd bestimmte Lichtintensität war 500 Stearinkerzen gleich. Die Versuche mit Pollen fanden im gewöhnlichen Sonnenlichte statt. Vorgängig waren mittelst zweier verglichenen empfindlichen Thermometer, deren einer beim Mikroskop im Schatten stand, während die Kugel des anderen sich in der Oeffnung des Objecttisches befand, Controlversuche angestellt. Es erwies sich, dass beide Thermometer immer dieselbe Temperatur zeigten, wie lange auch der Controlversuch dauern mochte.

Indem ich zur Darstellung der Versuche übergehe, möchte ich noch bemerken, dass ich nur Resultate solcher Versuche anführe,

wo vorläufig Controlversuche über die Gleichmässigkeit des Wachsthums der Objecte angestellt waren. Der Versuch Nr. 6 bietet in dieser Hinsicht die alleinige Ausnahme dar.

In allen unten angegebenen Tafeln werden folgende Abkürzungen gebraucht:

Z. = Zuwachs in Mikrometertheilungen.
T. = Temperatur.
D.L. = Diffuses Tageslicht im Zimmer für die Culturen und Vorarbeiten.
D. = Diffusses Tageslicht im Zimmer, wo Versuche mit elektrischem Licht vorgingen.
L. = Licht elektrischer Lampe.
G. = Dunkel; Mikroskop unter der Glocke.

Erste Reihe von Versuchen. — Versuche mit Mucor Mucedo.

Versuch I.

Cultur in 5proc. Gelatinlösung. Geradliniges Wachsthum der Hyphe. Beschattung je nach 10 Minuten. Beobachtung 50 Stunden nach der Saat. Messungen der ersten Art nach je nach 10 Minuten. Anfang um 2 U. 20 M. Ende um 5 U. 40 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
D.L.	6	16° C.	G.	7	20,2° C.	L.	6,75	20,3° C.
D.L.	6,5	16	L.	7	"	G.	"	20,4
D.	7	20,1	G.	7	"	L.	"	"
D.	7	20,1	L.	7	"	G.	6,5	"
L.	7	"	G.	7	20,3	L.	"	"
G.	7	"	L.	7	"	G.	"	"
L.	7	"	G.	6,75	"			

Versuch II.

Cultur und alles wie im Versuch I. Anfang 11 U. 5 M. Ende 3 U. 5 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
D.L.	5,75	15,5° C.	G.	7	20,1° C.	G.	6,75	20,2° C.
D.	6,5	20	L.	7	"	L.	"	"
D.	7	"	G.	7	"	G.	"	20,3
D.	7	"	L.	7	20,2	L.	"	"
G.	7	20,1	G.	7	"	G.	"	"
L.	7	"	L.	7	"	L.	6,5	"

Versuch III.

Alles wie vorher, nur sind in dieser und nachstehenden Tafeln die ersten Reihen der Zahlen, die die Gleichmässigkeit des Wachsthums vor dem Versuche anzeigen, weggelassen. — Anfang 11 U. 10 M. Ende 1 U. 30 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
L.	6,5	19,7 ° C.	G.	6,5	19,8 ° C.	L.	6,5	19,9 ° C.
G.	„	„	L.	„	„	G.	6,25	„
L.	„	„	G.	„	„	L.	„	20
G.	„	„	L.	„	19,9	G.	„	
L.	„	„	G.	„	„			

Versuch IV.

Alles wie oben. Verdunkelung und Beobachtung je nach 10 Minuten. Anfang 10 U. 15 M. Ende 12 U. 15 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
G.	7	19,3 ° C.	G.	7	19,3 ° C.	G.	7	19,4 ° C.
L.	7	„	L.	7	„	L.	7	„
G.	7	„	G.	7	19,4	G.	7	19,5
L.	7	„	L.	7	„	L.	7	„

Versuch V.

3proc. Gelatinlösung. Wachsthum geradlinig. Verdunkelung und Beobachtung je nach 15 Minuten nach der ersten Art. Anfang 10 U. 5 M. Ende 1 U. 5 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
L.	10	20 ° C.	L.	10	20,1 ° C.	L.	9,75	20,2 ° C.
G.	„	„	G.	„	„	G.	„	„
L.	„	„	L.	9,75	„	L.	„	„
G.	„	„	G.	„	„	G.	9,5	20,3

Versuch VI.

Cultur und Wachsthum wie oben. Beobachtung 54 Stunden nach der Saat. Während des Versuches nahm das Wachsthum der Hyphe beträchtlich ab. Verdunkelung und Beobachtung je nach 10 Minuten. Messungen nach der ersten Art.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
D.	7,5	19,3 ° C.	D.	6,75	19,4 ° C.	L.	6,25	19,5 ° C.
D.	7,25	„	L.	6,75	„	G.	6	„
D.	7,25	„	G.	6,5	„	L.	6	„
D.	7	„	L.	6,5	„	G.	5,75	19,6
D.	7	„	G.	6,25	19,5	L.	5	„

Versuch VII.

5proc. Gelatinlösung. Geradliniges Wachsthum der Hyphe. Beobachtung je nach 10 Minuten, 49 Stunden nach der Saat. Während einer längeren Zeit Verdunkelung. Anfang um 10 U. 20 M. Ende um 2 U. 10 M. Messungen nach erster Art.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
L.	6,75	19 °C.	L.	6,75	19,2 °C.	G.	6,0	19,4 °C.
G.	„	„	G.	6,5	„	G.	5,75	„
L.	„	„	G.	„	„	L.	„	19,5
G.	„	„	G.	„	19,3	G.	„	„
L.	„	19,1	G.	„	„	L.	„	„
G.	„	„	G.	6,5	„	G.	5,5	„
L.	„	„	G.	„	„	L.	„	19,6
G.	„	„	G.	„	19,4			

Versuch VIII.

Alles wie im Versuche VII, nur während einer längeren Zeit Beleuchtung. Anfang um 10 U. 15 M. Ende um 1 U. 15 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
L.	7	19,0 °C.	L.	7	19,1 °C.	L.	6,75	19,2 °C.
G.	7	„	G.	7	„	L.	„	19,3
L.	7	„	L.	6,75	„	L.	6,5	„
G.	7	„	L.	„	19,2	G.	„	„
L.	7	„	L.	„	„	L.	„	„
G.	7	19,1	L.	„	„	G.	„	„

In ferneren Versuchen waren jüngere Culturen mit verhältnissmässig noch schwach entwickelten Mycelien gebraucht.

Versuch IX.

3proc. Lösung. Geradliniges Wachsthum. Beobachtung je nach 10 Minuten, 20 Stunden nach der Saat. Während einer längeren Zeit Verdunkelung. Anfang um 12 U. 10 M. Ende um 3 U. 10 M. Messung nach erster Art.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
G.	10	18,7 °C.	G.	10	18,7 °C.	L.	10	19 °C.
L.	„	„	G.	„	„	G.	„	„
G.	„	„	G.	„	18,9	L.	„	„
L.	„	„	G.	„	„	G.	„	„
G.	„	18,8	G.	„	„	L.	„	19,1
G.	„	„	G.	„	„	G.	„	„

Versuch X.

Alles wie im Versuche IX. Während einer längeren Zeit Beleuchtung. Anfang um 12 U. 15 M. Ende um 3 U. 15 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
G.	9,5	18,7 ° C.	L.	9,5	18,8 ° C.	L.	9,5	19,0 ° C.
L.	„	„	L.	„	18,9	G.	„	„
G.	„	„	L.	„	„	L.	„	„
L.	„	18,8	L.	„	„	G.	„	19,1
G.	„	„	L.	„	„	L.	„	„
L.	„	„	L.	„	19,0			

Versuch XI.

3proc. Lösung. Beobachtung 20 Stunden nach der Saat. Verdunkelung und Messungen je nach 15 Minuten. Anfang um 12 U. 5 M. Ende um 2 U. 35 M. Messung nach erster Art.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
G.	15	21,3 ° C.	G.	15	21,4 ° C.	L.	15	21,5 ° C.
L.	„	„	L.	„	„	G.	„	„
G.	„	„	G.	„	21,5	L.	„	21,6
L.	„	21,4						

Versuch XII.

Alles wie im Versuche XI. Anfang um 12 U. 10 M. Ende um 2 U. 40 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
G.	12,75	20,2 ° C.	G.	12,75	20,3 ° C.	L.	12,75	20,4 ° C.
L.	„	„	L.	„	„	G.	„	„
G.	„	„	G.	„	20,4	L.	„	20,5
L.	„	20,3						

Versuch XIII.

3proc. Lösung. Beobachtung 20 Stunden nach der Saat. Verdunkelung und Messungen je nach 25 Minuten. Anfang um 2 U. 40 M. Ende um 5 U. 10 M. Messung nach dritter Art.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
L.	17,5	22 ° C.	L.	17,5	22,1 ° C.	L.	17,5	21,2 ° C.
G.	„	„	G.	„	„	G.	„	„

Versuch XIV.

30proc. Lösung. Beobachtung 18 Stunden nach der Saat. Verdunkelung und Messungen je nach 30 Minuten. Anfang um 10 U. 20 M. Ende 2 U. 20 M. Messung nach erster Art.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
L.	18,25	19,2 ° C.	G.	18,25	19,3 ° C.	L.	18,25	19,5 ° C.
G.	„	„	L.	„	19,4	G.	„	„
L.	„	19,3	G.	„	„			

Versuch XV.

Alles wie im Versuch XIV, nur Verdunkelung und Messungen je nach 60 Minuten. Anfang um 10 U. 30 M. Ende um 2 U. 30 M.

	Z.	T.		Z.	T.
L.	9,25	20,4 ° C.	L.	9,25	20,5 ° C.
G.	„	20,5	G.	„	20,7

Aus den Resultaten der oben angeführten Versuche ergibt sich mit triftiger Augenscheinlichkeit, dass die vegetativen Mucorhyphen ebenso rasch im Lichte wie im Dunkel wachsen.

Hierauffolgende Versuche waren über junge, neulich erschienene fertile Hyphen angestellt. Was die Art ihres Wachsthums betrifft, berufe ich mich auf die Angabe Reinhardt's (l. c. pag. 529, 530).

Versuch XVI.

3proc. Lösung. Verdunkelung und Messungen je nach 15 Minuten. Messung nach erster Art. Anfang um 12 U. 20 M. Ende um 2 U. 20 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
G.	10	22 ° C.	L.	8,75	22 ° C.	G.	9,25	22,1 ° C.
L.	9	„	G.	9,25	22,1	L.	8,25	„
G.	9,5	„	L.	8,5	„			

Versuch XVII.

Alles wie oben. Verdunkelung und Messungen je nach 20 Minuten. Anfang um 11 U. 50 M. Ende um 2 U. 50 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
G.	11,75	21,6 ° C.	L.	11	21,7 ° C.	G.	10,5	21,8 ° C.
L.	11	21,7	G.	11,25	21,8	L.	9,25	21,9
G.	11,75	„	L.	10	„	G.	10	„

Versuch XVIII.

5proc. Lösung. Verdunkelung und Messungen je nach 30 Minuten. Kleinere Vergrösserung. Messung nach erster Methode. Anfang um 10 U. 15 M. Ende um 2 U. 15 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
G.	9,75	20,5 ° C.	L.	8	20,6 ° C.	G.	8,5	20,8 ° C.
L.	8,5	„	G.	8,75	20,7	L.	7,5	„
G.	9,5	20,6	L.	8	„			

Versuch XIX.

5proc. Lösung. Beobachtung und Messungen je nach 20 Minuten. Während einer längeren Zeit Verdunkelung. Messung nach dritter Art. Anfang um 10 U. 35 M. Ende um 2 U. 35 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
L.	11,25	21 ° C.	G.	12,75	21,2 ° C.	G.	12	21,4 ° C.
G.	12,25	„	G.	12,5	21,3	L.	11	„
L.	11,25	„	G.	„	„	G.	11,5	„
G.	11,75	21,2	L.	11,75	„			

Versuch XX.

Alles wie im Versuch XIX. Während einer längeren Zeit Beleuchtung. Anfang um 10 U. 45 M. Ende um 2 U. 25 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
G.	12	21 ° C.	G.	11,75	21,2 ° C.	G.	9,75	21,4 ° C.
L.	11	21,1	L.	11	21,3	L.	9,25	„
G.	12	„	L.	10,25	„	G.	9,5	„
L.	11	21,2	L.	9,5	„			

Aus dem vollständig analogischen Resultate der letzten Versuche geht der allgemeine Schluss hervor, dass das Licht auf das Wachsthum der fertilen Mucorhyphen hemmend wirkt.

Versuche mit Saprolegnia.

Anfangs wurde der Pilz auf todten Fliegen bekommen, und davon hat man fernere Culturen auf Fischrogen in Wasser gemacht. Ueberträgt man ferner einen Rogen mit Saprolegnia in einen Gelatintropfen auf ein Deckelglas (wie früher bei Mucor), so wächst der Pilz im neuen Medium ringsher um den Rogen und bildet zierliche und regelmässige Scheibchen, welche letztere treffliches und reiches Material für Untersuchungen geben.

Was die Untersuchung der Wachsthumsart der Saprolegniahyphen betrifft, beschränkte ich mich mit den Messungen des Abstandes zwischen den zwei und drei dem Gipfel nächsten Verzweigungen. Diese Untersuchungen führten zu dem Schluss, dass auch die Hyphen dieses Pilzes an seinem Gipfel wachsen.

Versuch XXI.

3proc. Lösung. Verdunkelung und Messungen je nach 15 Minuten. Messung nach erster Art. Anfang um 11 U. 35 M. Ende um 2 U. 5 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
L.	9	20,1 ° C.	G.	9	20,2 ° C.	L.	9	20,3 ° C.	L.	9	20,4 ° C
G.	9	20,2	L.	9	„	G.	9	„	G.	9	„
L.	9	„	G.	9	20,3						

Versuch XXII.

Alles wie oben, nur Verdunkelung und Messungen je nach 10 Minuten.
Anfang um 11 U. 45 M. Ende um 12 U. 55 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
G.	5,75	20,1 °C.	L.	5,75	20,2 °C.	L.	5,75	20,3 °C.
L.	„	„	G.	„	„	G.	„	„
G.	„	20,2						

Versuch XXIII.

Alles wie oben. Anfang um 10 U. 10 M. Ende um 11 U. 30 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
L.	7	19,7 °C.	G.	7	19,8 °C.	G.	7	19,8 °C.
G.	7	„	L.	7	„	L.	7	„
L.	7	„						

Versuch XXIV.

Alles wie vorher. Verdunkelung und Messungen je nach 25 Minuten.
Anfang um 11 U. 15 M. Ende um 2 U. 10 M.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
G.	14,75	19,6 °C.	L.	14,75	19,7 °C.	L.	14,75	19,8 °C.
L.	„	„	G.	„	19,8	G.	„	19,9
G.	„	19,7						

Versuch XXV.

5proc. Lösung. Verdunkelung und Messungen je nach 60 Minuten.
Anfang 10 U. Ende 3 U. Kleinere Vergrösserung.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
L.	39,5	20,1 °C.	L.	39,5	20,3 °C.	L.	39	20,5 °C.
G.	„	20,2	G.	39	20,4			

Aus den letzten Versuchen ist ersichtlich, dass die vegetativen Hyphen von Saprolegnia ebenso rasch im Lichte wie im Dunkel wachsen.

Zweite Reihe von Versuchen. — Versuche mit Rhizoiden von Brutknospen von Marchantia polymorpha.

Frische Knospen wurden in grosser Zahl auf Wasser oder auf eine Nährlösung in einem Krystallisator gesät. Nach Verlauf von einem oder zwei Tagen wuchsen aus den Knospen ziemlich lange Rhizoiden hervor. Es wurden nachher die Knospen vorsichtig mit einem Pinsel oder einer Nadel in Gelatintropfen übertragen, wo sie vortrefflich gediehen. Einige Rhizoiden, hauptsächlich die langen, gingen dabei zu Grunde, die Mehrzahl aber blieb unverletzt und wuchs in der Gelatine weiter, wie Pilzhyphen. Bei der Cultur dieser Art erweist es sich leicht, indem man den Staub des Quarzsandes gebraucht.

dass das Wachsthum der Rhizoiden von Brutknospen am Gipfel auf dieselbe Weise vor sich geht, wie bei Mucor. Die Thatsachen, auf Grund welcher ich zu diesem Schluss gelangte, sind den bei Mucor beschriebenen ähnlich.

Man betrachtet bei Culturen in Gelatintropfen mit dem Mikroskop wie in der ersten Reihe von Versuchen. Was die Messungen anbetrifft, so sind die Rhizoiden von Marchantia — im Vergleich mit Pilzen — kein so geeignetes Object. Die Rhizoiden verzweigen sich nicht; es gibt auf ihrer Oberfläche also keine organischen Punkte, von denen man hätte Messungen machen können. Man war dabei in jedem einzelnen Falle genöthigt, auf der Oberfläche des Rhizoiden das daran anhaftende Quarzsandkörnchen aufzusuchen oder endlich als Anfangspunkt den zufälligen optischen Durchschnittspunkt von je zwei Rhizoiden zu wählen. Ausserdem wachsen die Rhizoiden langsamer als die Pilze, und ihr Zuwachs bei kurzer Dauer lässt sich nur bei stärkeren Vergrösserungen wahrnehmen. Aber bei langsamem Wachsthum könnte natürlich die Messung mit einer solchen Vergrösse-zu fehlerhaften Schlüssen führen. Es ist z. B. selbstverständlich, dass, wenn die Messung nach den ersten 15 Minuten einen Zuwachs von 4 Theilungen ergibt, nach der zweiten aber 3,5 oder sogar 3 Theilungen, so ist in Wirklichkeit die Differenz von 0,5 oder einer ganzen Theilung des Mikrometers gleich Null anzusehen. Man musste sich folglich auf die Beobachtung von jungen, relativ schnell wachsenden Rhizoiden beschränken, um auch bei kleineren Vergrösserungen den Zuwachs wahrnehmen zu können, denn das Experiment konnte man aus anderen Gründen nicht länger dauern lassen. Es konnten nämlich im Verlaufe dieser Zeit die Rhizoiden sich krümmen, was auch geschah, wenn die Beleuchtungsperioden länger als 50—60 Minuten dauerten. Wie auch oben, sind die Zahlen weggelassen, welche die Gleichmässigkeit des Wachsthums vor dem Versuche zeigen.

Versuch XXVI.

Cultur in 3proc. Lösung. Anfang des Versuchs um 12 U. Ende um 1 U. 20 M. Messungen je nach 10 Minuten.

B.	Z.	T.	B.	Z.	T.	B.	Z.	T.
G.	6	19,5 ° C.	L.	4,5	—	G.	6,25	—
L.	4,5	—	G.	6,25	—	L.	4	—
G.	6,25	—	L.	4,5	19,6 ° C.			

Versuch XXVII.

Cultur in 3proc. Lösung. Anfang um 10 U. 30 M. Ende um 1 U. 40 M. Messungen je nach 20 Minuten.

B.	Z.	T.	B.	Z.	T.	B.	Z.	T.
G.	11,5	19 ° C.	G.	11,5	19,2 ° C.	G.	11	—
L.	7,25	19,1	L.	7	—	G.	11	—
G.	10,75	—	L.	7	19,3	L.	7,5	19,4 ° C.
G.	11,5	—						

Versuch XXVIII.

Cultur in 3proc. Lösung. Anfang des Versuchs um 1 U. 10 M. Ende um 12 U. 40 M. Messungen je nach 20 Minuten.

B.	Z.	T.	B.	Z.	T.	B.	Z.	T.
G.	6,5	18,6 ° C.	L.	4	—	L.	3,75	—
L.	4	—	G.	6	18,7 ° C.	G.	5	—
G.	6,5	—	L.	4	—			

Versuch XXIX.

Cultur in 3proc. Lösung. Anfang um 9 U. 20 M. Ende um 2 U. Messungen je nach 40 Minuten.

B.	Z.	T.	B.	Z.	T.	B.	Z.	T.
L.	14,25	19,1 ° C.	G.	20,25	19,3 ° C.	L.	12	19,5 ° C.
G.	21	19,2	L.	13,5	19,4	G.	16	"
L.	14	"	G.	19	"			

Dritte Reihe von Versuchen. — Versuche mit Pollen.

Als Versuchsobjecte nahm ich Pollenkörner der Papilionaceen. Von den von mir in dieser Beziehung untersuchten Pflanzen — Cucurbita, Malva, Hibiscus, Convolvulus, Ipomola, Portulaca, Hemerocallis, Cichorium, Colutea und Robinia — erkannte ich als geeignetste Colutea arborescens und Robinia Pseudo-Acacia. Die Pollen dieser beiden Pflanzen keimen in der Gelatine mit Zucker ausserordentlich schnell; die Pollenschläuche wachsen sehr energisch und sehr regelmässig; der Wachsthumsprocess dauert sehr kurze Zeit und die Phase des gleichmässigen Wachsthums umfasst einen sehr beträchtlichen Theil der ganzen Wachsthumsperiode. Um Pollenschläuche als geeignetes Object zu bekommen, wurden Pollenkörner in eine Zuckerlösung von Gelatine gesät; dabei gebrauchte ich die schon beschriebenen Farbschälchen und grosse Deckgläser.

Die ersten Versuche sollten dazu dienen, die geeignetste Zuckerlösung in der Gelatine aufzufinden. Die nächstfolgende Tafel, die die

Resultate dieser Versuche umfasst, beweist, dass das allgemeine Gesetz der drei Cardinalpunkte auch im Einfluss der Zuckerquantität in der Lösung auf den Verlauf des Wachsthumsprocesses der Pollenschläuche seinen Ausdruck findet. Die Zahlen dieser Tafel, die in einer Spalte mit den Zeitdata stehen, drücken in Theilungeu des Ocularmikrometers die Mittellänge (10) der Schläuche und Körner zusammen aus.

Colutea.

Aussaat d. 10. Juli um 11 U. 40 M.	I. Versuch	Gel. 2 % Zuck 5 %	Gel. 2 % Zuck. 10 %	Gel. 2 % Zuck. 20 %	Gel. 2 % Zuck. 30 %	Gel. 2 % Zuck. 35 %
D. 10. Juli 3 U. bis 3 U. 15 M.	I. Versuch	0	**58**	12,5	8	0
Aussaat d. 11. Juli um 10 U.	II. Versuch	—	—	—	—	—
D. 11. Juli 3 U. bis 3 U. 15 M.	II. Versuch	0	**42**	7	0	0
D. 11. Juli 7 U. 15 M. bis 7 U. 30 M.	II. Versuch	0	**86,5**	16	5	0
Aussaat d. 12. Juli um 8 U. Morg.	III. Versuch	Gel. 4 % Zuck. 5 %	Gel. 4 % Zuck. 10 %	Gel. 4 % Zuck. 20 %	Gel. 4 % Zuck. 30 %	Gel. 4 % Zuck. 35 %
D. 12. Juli um 8 U. Morg.	III. Versuch	0	**12,5**	2	0	0
D. 12. Juli 1 U. bis 1 U. 10 M.	III. Versuch	0	**40**	7	2	0
D. 12. Juli 4 U. bis 4 U. 10 M.	III. Versuch	1	**82**	15,5	3	1

Robinia.

Aussaat d. 10. Juli um 10 U. 20 M.	I. Versuch	Gel. 2 % Zuck. 5 %	Gel. 2 % Zuck. 15 %	Gel. 2 % Zuck. 20 %	Gel. 2 % Zuck. 25 %
D. 10. Juli 2 U. bis 2 U. 10 M.	I. Versuch	0	12	**32**	14
D. 10. Juli 4 U. 15 M. b. 4 U. 25 M.	I. Versuch	0	19,5	**50**	20
Aussaat d. 11. Juli um 8 U. Morg.	II. Versuch	Gel. 3 % Zuck. 10 %	Gel. 3 % Zuck. 20 %	Gel. 3 % Zuck. 25 %	Gel. 2 % Zuck. 40 %
D. 11. Juli 12 U. 5 M. bis 12 U. 15 M.	II. Versuch	4	**39**	15,5	0
D. 11. Juli 4 U. bis 4 U. 10 M.	II. Versuch	4	**53**	22	0
Aussaat d. 12. Juli 9 U. Morg.	III. Vers.	—	—	—	—
D. 12. Juli 12 U. bis 12 U. 10 M.	III. Vers.	0	**30**	16,5	0
D. 12. Juli 3 U. bis 3 U. 10 M.	III. Vers.	2,5	**56**	30	0
D. 12. Juli 6 U. bis 6 U. 10 M.	III. Vers.	2	**79**	40,5	0

Aus der Tafel ersieht man, dass:

1. für Colutea = optimum 10 % Zucker, minimum 5 % und maximum 35 % Zucker;
2. für Robinia = optimum 20 % Zucker, minimum circa 10 %, maximum 40 % Zucker.

Auf Grund der erwähnten Resultate gebrauchte ich bei weiteren Versuchen mit Pollen, um Schläuche der Colutea zu bekommen,

eine 10proc. Zuckerlösung in 2 % Gelatinlösung, und um Schläuche der Robinia zu bekommen, eine 20proc. Zuckerlösung in derselben Gelatinlösung. Diese Versuche werden in drei Kategorien getheilt. Bei Versuchen der zweiten und dritten Kategorie benützte ich Sonnenlicht, dabei, wie auch früher, war eine specielle Einrichtung gemacht, damit auf die Objecte bloss Lichtstrahlen wirkten.

Erste Kategorie.

Das wichtigste Resultat der ersten Kategorie der erwähnten Versuche ist dasjenige, welches sich auf die Vertheilung des Wachsthums der Pollenschläuche nach einander folgenden Zeitmomenten bezieht. Es erweist sich, dass das Wachsthum der letzteren zu Anfang ein langsames ist, allmählich zunimmt, ein gewisses Maximum erreicht und wieder allmählich bis zum völligen Aufhören abnimmt. Es tritt hier also die Erscheinung der grossen Wachsthumsperiode in ihrer typischen Form zu Tage mit dem charakteristischen Zug, dass die Phase des gleichmässigen Wachsthums relativ lange dauert. Die dazu gehörenden Beobachtungen sind in der folgenden Tafel zusammengestellt. In der nächstfolgenden Tafel bedeutet der Buchstabe M, dass der Zuwachs in Ocularmikrometertheilungen, der Buchstabe K, dass dieser Zuwachs in Millimeter der Abbildung des Objectes ausgedrückt ist. Es entspricht eine Theilung ungefähr 0,01 mm.

I. Versuch. Beobachtung nach je 30 Minuten.
Colutea K. Zuwachs: 3, 3,5, 4, 5, 6,5, 8,25, 10,5, **12, 12,5, 12,5, 12,5, 13, 12,5, 12, 12,5,** 11,75, 10,75, 8,75, 8, 6,75, 5, 3,75, 3,5, 3.

III. Versuch. Beobachtung nach je 30 Minuten.
Colutea M. Zuwachs: 3, 3,25, 3,75, 4,5, 6,25, 8,25, 10,5, 11,75, **13, 13, 13,5, 13, 12,75, 13, 13,5, 13, 13,** 12,25, 11,5, 10,5, 9,5, 9,5, 8,25, 7, 6,5, 4,5, 4,5, 3,75.

V. Versuch. Beobachtung nach je 60 Minuten.
Colutea K. Zuwachs: 6,25, 8,5, 14,75, 22, **26,5, 26, 26, 26, 25,** 25, 22, 19,25, 15,5, 11.

VI. Versuch. Beobachtung nach je 30 Minuten.
Robinia K. Zuwachs: 2, 2,5, 3, 4, 6, 8,5, **12, 12, 12,5, 12, 12, 12, 12,** 10,5, 10, 8,5, 6,5, 6.

IX. Versuch. Beobachtung nach je 60 Minuten.
Robinia K. Zuwachs: 4,5, 7, 11, **21,5, 21,5, 22, 21,5,** 10, 10, 8,5, 6, 5, 3.

Zweite Kategorie.

Versuche über den Geo- und Heliotropismus.

Da es sich bei den nächstfolgenden Versuchen bloss darum handelte, zu prüfen, ob der Geo- und Heliotropismus der Pollenschläuche existirt, so beschränkte ich mich auf elementare Versuche, die auf folgende Weise eingerichtet waren. Es wurden einige Pollenkörner in Gelatintropfen auf grossen Deckgläsern übertragen. Nachdem die Gelatine ganz starr geworden, wurden die Deckgläser vertical in feuchten Sand gesteckt, das Gefäss aber, in welchem sich dieser Sand befand, entweder mit einer undurchsichtigen Glocke bedeckt oder in einer feuchten Kammer hinter eine Absorbtionscuvette mit Wasser gestellt. Meine Versuche in dieser Richtung führten mich zum Schluss, dass die Wachsthumsrichtung der Pollenschläuche von Colutea und Robinia vom Licht und der Schwerkraft unabhängig ist. (Vergl. L. Kny, Verh. d. bot. Ver. d. Prov. Brandb. 1882.)

Dritte Kategorie.

Es wurden die nächstfolgenden Versuche bloss in der erwähnten Phase des gleichmässigen Wachsthums gemacht. Die Art und Weise der Untersuchung wie oben bei Mucor und Saprolegnia.

Versuch XXX. — Robinia.

Anfang um 10 U. Ende um 12 U. 40 Min. Verdunkelung nach je 20 Minuten.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
L.	8,75	18° R.	D.	8,75	18° R.	L.	8,5	18° R.
D.	„	„	L.	„	„	D.	„	„
L.	8,5	„	D.	8,5	„	L.	„	„

Versuch XXXI. — Robinia.

Anfang um 10 U. 15 M. Ende um 1 U. 15 M. Verdunkelung nach je 15 Minuten.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
L.	6	18° R.	L.	6,5	18° R.	L.	6	18° R.
D.	6	„	D.	6	„	D.	6	„
L.	6	„	L.	6	„	L.	5,75	„
D.	6	„	D.	6	„	D.	5	„

Versuch XXXII. — Colutea.

Anfang um 10 U. 20 M. Ende um 1 U. 20 M. Verdunkelung nach je 30 Minuten.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
L.	11,75	16° R.	L.	12	16° R.	L.	11,75	16° R.
D.	12	„	D.	11,75	„	D.	12	„

Versuch XXXIII. — Colutea.

Anfang um 10 U. 20 M. Ende um 3 U. 40 M. Verdunkelung nach je 40 Minuten.

	Z.	T.		Z.	T.		Z.	T.
L.	14,5	17° R.	D.	14,5	17° R.	L.	14,25	17° R.
D.	15	„	L.	14	„	D.	10	„
L.	15	„	D.	14	„			

Versuch XXXIV.

Es wurde gleichzeitig der Pollen in zwei Gelatintropfen auf zwei Gläsern gesät. In einem Falle blieb das Mikroskop die ganze Zeit lang unter einer undurchsichtigen Decke, im anderen ging die ganze Wachsthumsperiode im Licht vor sich. Die Beobachtungen über den Zuwachs wurden nach je 60 Minuten gemacht. Die erste Reihe von Zahlen drückt den Processverlauf im Dunkeln aus, die zweite im Licht.

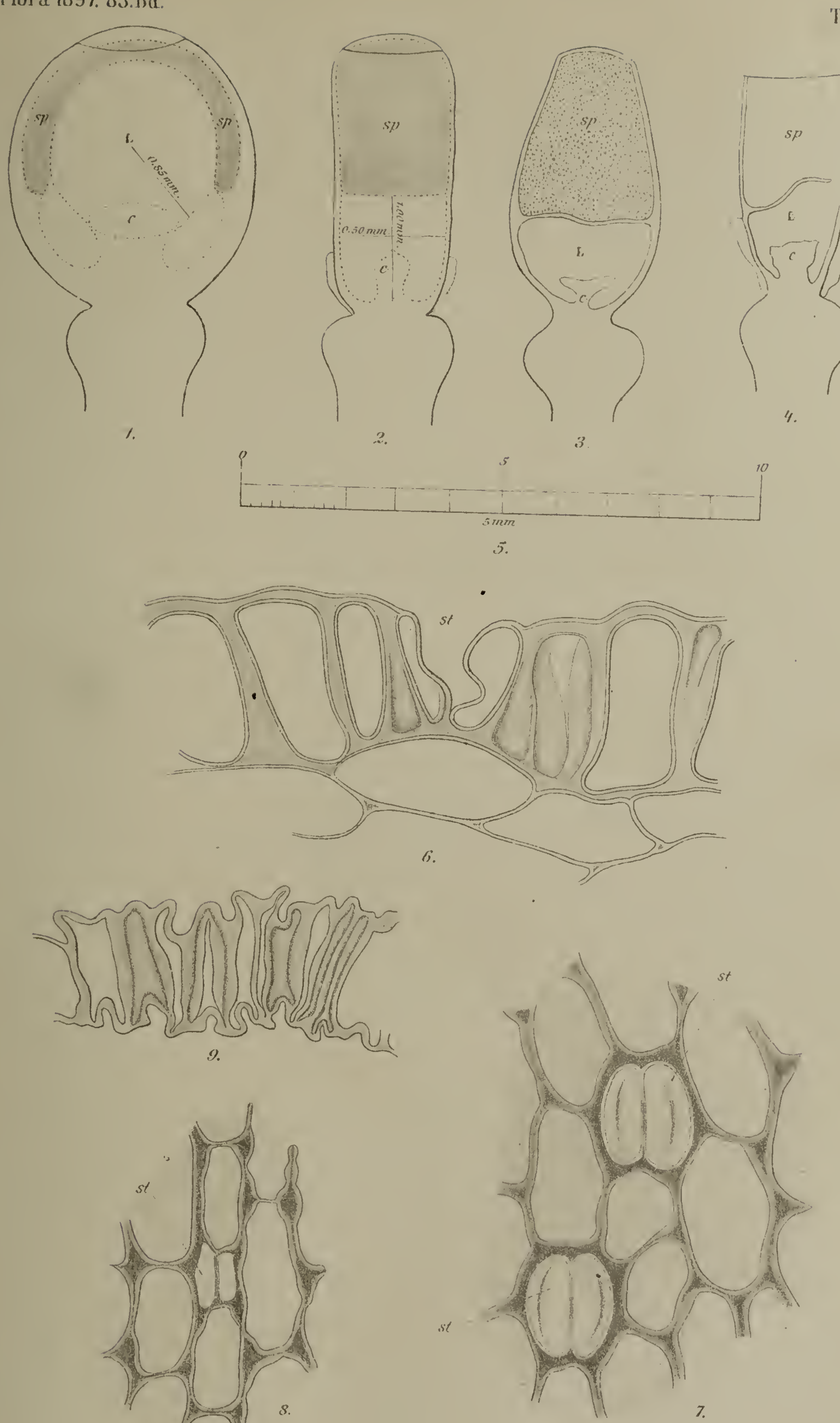
5,75	6,5	16,5° R.	24,5	26	17,5° R.	16,5	19,75	17° R.
8,25	8,5	„	25,5	26,5	„	11	15	„
13,75	14,75	„	25,25	26	„	7,25	11	„
21,5	22,5	„	22	23,5	„	6	7,5	16,5
25,5	26	„						

Das Gesagte zusammenfassend, wird man wohl folgende Schlüsse ziehen dürfen:

1. Die vegetativen Hyphen von Mucor und Saprolegnia wachsen gleich rasch im Licht und im Dunkeln.
2. Auf das Wachsthum der reproductiven Mucorhyphen wirkt das Licht hemmend ein.
3. Die Rhizoiden der Brutknospen von Marchantia polymorpha wachsen im Licht langsamer als im Dunkel.
4. Auf die Wachsthumsgeschwindigkeit der Pollenschläuche von Colutea arborescens und Robinia pseudo-Acacia wirkt das Licht nicht.

5. Die vegetativen Hyphen von Mucor und Saprolegnia wie auch die Rhizoiden der Brutknospen von Marchantia wachsen bloss an ihren Gipfeln.
6. Die Pollenschläuche von Colutea und Robinia wachsen während ihrer Entwickelung nicht gleichmässig. Die nacheinander folgenden Variationen ihrer Wachsthumsgeschwindigkeit nehmen in ihrem Zusammenhang die Form des Gesetzes der grossen Periode an.
7. Die Wachsthumsgeschwindigkeit der Pollenschläuche der erwähnten Pflanzen, wie auch ihre Dimensionen im ausgewachsenen Zustande hängen vom Zuckergehalt des Substrats ab.

Odessa, den 23. November 1896.



Ad nat. del. S. Nawaschin. W. A. Meyn, Lith. Inst. Berlin S.

Ueber die Sporenausschleuderung bei den Torfmoosen.

Von
S. Nawaschin.

(Hierzu Tafel IV.)

Im siebten Abschnitt seiner „Archegoniatenstudien“ [1]) erwähnt Goebel die völlig in Vergessenheit gerathenen Beobachtungen der älteren Autoren über die Explosion der Kapseln bei Sphagnum: „In den Lehrbüchern“, sagt er, „wird bezüglich des Oeffnens der Sphagnumkapseln nur angegeben, dass sich ein oberes Stück als Deckel loslöse, wornach dann die Sporen allmählich herausgeschüttelt werden müssten. Indess wussten schon die älteren Autoren, dass eine wirkliche Ausschleuderung der Sporen stattfindet. Bridel sagt: „Theca cum crepitu desiliens“. Wovon das mit hörbarem Geräusch begleitete Aufspringen der Kapseln bedingt ist, wäre näher zu untersuchen. Denn Lindberg's Vermuthung, dass durch Zusammenschrumpfen der Columella ein luftverdünnter Raum im Innern der Kapsel entstehe, und der Atmosphärendruck das Wegschleudern des Deckels bedinge, ist durch keinerlei Experimente gestützt und desshalb unwahrscheinlich, weil die Kapselwand zahlreiche Spaltöffnungen besitzt. Schimper .... meint im Gegentheil, dass durch die Contraction der Kapselwand im Innern die Luft verdichtet werde und dadurch die Explosion erfolge. Es könnten ja auch die Spannungsdifferenzen in den verschiedenen Theilen der Kapselwand allein in Betracht kommen“.

Diese Bemerkungen, die den gegenwärtigen Stand der wichtigen Frage in der Biologie der ganzen Moosfamilie darlegen, veranlassen mich jetzt, meine schon vor Jahren [2]) ausgeführten Beobachtungen hier mitzutheilen. Obgleich damals nicht ganz abgeschlossen, genügen dieselben doch, die von Goebel angeregte Frage zur Entscheidung zu bringen.

Man kann die Torfmoose zur Reifezeit ihrer „Früchte“ eine recht lange Zeit während eines düsteren Wetters beobachten, ohne

1) K. Goebel, Ueber die Sporenausstreuung bei den Laubmoosen. Flora, 1895, H. 3, pag. 465.

2) Vorgetragen von mir in der Sitzung (1890) der botan. Sect. d. Gesell. der Freunde d. Naturwiss. in Moskau (die Berichte wurden nicht publicirt).

die geringste Veränderung und noch weniger das Aufspringen der Kapseln wahrnehmen zu können. Wählt man dagegen einen klaren Tag aus und fasst ein reichlich fructificirendes Sphagnum-Polster auf einem sonnigen Torfmoose ins Auge, so wird das Bild ein vollständig anderes sein.

Zum ersten Male wurde ich auf die Erscheinung des Aufspringens der Sphagnumkapseln ganz zufällig aufmerksam gemacht. Während des Sammelns der Moose fand ich einst ein Moor, welches mit grossen, schönsten Polstern von Sphagnum acutifolium bedeckt war. Das Moos fructificirte so reich, dass die Oberfläche durch die Unmenge der Früchte stellenweise ganz braun erschien. Der Tag war klar und es liess sich auf der ganzen Ausdehnung des Moores ein unaufhörliches Geräusch vernehmen, welches ich als durch das Platzen von Gasbläschen an der Oberfläche des Wassers im Moore verursacht erklären zu dürfen glaubte. Bald aber habe ich, zu meinem grossen Erstaunen, bemerkt, dass sich über die meisten Sphagnumpolster röthlichgelbe Wölkchen von Zeit zu Zeit emporheben, und dass ein Geräusch die Erscheinung jedes einzelnen Wölkchens begleitet. Die vom Geräusch begleiteten Wölkchen wurden, wie ich mich sofort überzeugen konnte, durch Salven von zahlreichen berstenden Sphagnumkapseln verursacht. Die Salven folgten aber so rasch aufeinander, dass jenes unaufhörliche Geräusch verursacht wurde, dessen Quelle ich der todten Natur anfangs zuschrieb.

Die Erscheinung war für mich damals ganz neu — weil in der sämmtlichen neuen Litteratur von Schimper allein gelegentlich erwähnt — und so nett, dass ich mich eine gute Stunde an einem Sphagnumpolster aufgehalten habe, bis dessen letztes Moospflänzchen seine sämmtlichen reifen Kapseln nach zahlreichen Salven entladen hatte. Bei dieser Gelegenheit konnte ich mich überzeugen, dass die reifen Kapseln erst nach dem vollständigen Austrocknen aufspringen. Die ausgeschleuderten Sporen bilden, wie oben erwähnt, sofort ein gelbliches Wölkchen, welches von dem Sphagnumpolster durch die Luftbewegung mehr oder weniger weit getrieben, event. zerstreut wird. Wären die Sporen im Innern der Kapsel etwas feucht, so würden sie als eine compacte Masse insgesammt mit dem Deckel in die Höhe geworfen werden, ohne ein Wölkchen zu bilden und auf den Boden event. auf denselben Polster wieder fallen. Die Torfmoose sind also, nach dem bereits Geschilderten allein zu urtheilen, für die Verbreitung ihrer Sporen vorzüglich ausgerüstet.

Was die Höhe betrifft, auf welche der Kapseldeckel abgeschleudert

wird und welche die Kraft der Explosion der Kapseln gewissermaassen beurtheilen lässt, so ist diese Höhe meistens eine nicht unbedeutende. Als ich mich nämlich bei der Beobachtung über den Sphagnumpolster bückte, fühlte ich manchmal, dass hinaufgeworfene Deckel mein Gesicht trafen.

Um die Schilderung dieser interessanten Erscheinung in gröberen Zügen abzuschliessen, möchte ich hier noch die Aufmerksamkeit des Lesers auf eine Thatsache lenken, die mir ebenfalls zum ersten Mal auffiel, als ich die während der eben erwähnten Excursion gesammelten Torfmoose für das Herbarium präparirte. Lässt man die Räschen der Torfmoose, die reife Früchte tragen, in Löschpapier unter der Pflanzenpresse trocknen, so springen die Kapsel meistens (wenn der Druck nur nicht zu stark ist) in der normalen Weise auf. Die Sporen werden dabei ausgeschleudert und deren pulverige Masse bildet auf dem Papierbogen breite, gelbe (bis röthlichgelbe, je nach der Sphagnumspecies) Streifen, die von den Kapselmündungen bis an den Rand des Papierbogens reichen, woselbst auch meist die abgeworfenen Deckel liegen bleiben. Demnach soll die Explosion der Kapsel eine wirklich bedeutende Kraft entwickeln, welche sogar hinreicht, das Sporenpulver und die Deckel zwischen den zusammengepressten Papierbogen auf die Strecke bis 10 cm abzuschleudern. Später habe ich beim Präpariren der Torfmoose so oft Gelegenheit gehabt, die eben erwähnte Thatsache zu beobachten, dass ich mich wirklich wundere, wie es geschehen konnte, dass alle Torfmoossammler, so weit es mir wenigstens bekannt, so ein auffallendes Phänomene mit Stillschweigen übergehen.

Mit einem reichen Vorrath von reifen, frischen Kapseln von Sphagnum squarrosum habe ich später eine Reihe von Versuchen im Laboratorium angestellt in der Absicht, den höchst auffallenden Vorgang der Sporenausschleuderung näher zu prüfen. Was die Ursache der Explosion der Kapsel eigentlich anbelangt, so war mir darüber damals die Meinung Schimper's bekannt, welche in der oben citirten Goebel'schen Abhandlung angeführt wird, dass die Explosion durch die in der Kapsel verdichtete Luft erfolge. Es handelte zunächst sich darum, diese Erklärung zu prüfen, vor allem dann noch zu beweisen, ob im Innern der Kapsel überhaupt Luft da ist, weil sogar dies ja von Schimper durch keinerlei Versuche bewiesen wurde.

Werden die völlig reifen, ziemlich ausgetrockneten Kapseln in Alcohol gebracht, so schwimmen sie in demselben, was schon allein darauf hindeutet, dass im Innern der Kapsel entweder eine Luftmenge eingeschlossen sei, oder, was kaum wahrscheinlich, ein Vacuum existire. Die Anwesenheit der Luft in den Kapseln lässt sich nun folgendermaassen leicht veranschaulichen. Nachdem die Kapseln eine Zeit im Alcohol verweilt haben, fangen sie an zu bersten, was offenbar dadurch bedingt wird, dass dieselben in diesem Medium, ebenso wie in der trockenen Luft, an Wassergehalt immer verlieren, wodurch die Contraction der Kapselwand verursacht wird. Bringt man dann über die schwimmenden Kapseln einen mit Alcohol gefüllten umgeworfenen Probircylinder — wie man zum Sammeln der Gase zu verfahren pflegt —, so steigen die Kapseln innerhalb des Cylinders langsam nach oben; dabei geschieht es nicht selten, dass manche aufsteigende Kapseln unterwegs bersten. Man sieht dann je ein Luftbläschen aus den geborstenen Kapseln entweichen und nach oben steigen, während die entdeckelten Kapseln selbst untersinken.

Die weitere Frage, ob die in der zum Bersten fertigen Kapsel durch den vorstehenden Versuch nachgewiesene Luft in der That comprimirt sein kann, lässt sich durch Vergleichen der Räume entscheiden, welche die Luft in den frischen, feuchten Kapseln einerseits und den angetrockneten contrahirten anderseits einnimmt. Zu diesem Zwecke habe ich eine Anzahl von ungefähr gleichgrossen Kapseln ausgewählt und eine Portion der Kapseln aus diesem Vorrath im frischen Zustande mit dem Rasirmesser der Länge nach halbirt. Von diesen halbirten Kapseln wurden zahlreiche Skizzen bei einer ganz schwachen Vergrösserung entworfen; mit Hilfe eines mit derselben Vergrösserung entworfenen Maassstabes (Fig. 5) wurden die Kapsel-Skizzen direct gemessen. Es stellte sich heraus, dass der an der Stelle der zusammengeschrumpften Columella entstandene Luftraum in allen untersuchten Kapseln ein nahezu gleiches Volum besass. Der Einfachheit wegen nahm ich den fraglichen Raum für eine regelmässige Sphäre an, indem ich den unteren, die Columella umgebenden Theil des wirklichen Raums ausser Acht liess (Fig. 1). Der Radius der erwähnten Sphäre betrug durchschnittlich 0,85 mm, so dass ihr Volum sich nach der Formel $V = \frac{4\pi r^3}{3}$ berechnet, 2,57 cbmm gleich erwies, welche Grösse selbstverständlich nur einem grösseren Theile des wirklichen Luftraumes entspricht.

Der in den angetrockneten contrahirten Kapseln befindliche Luft-

raum liess sich nicht direct bestimmen, da das eben besprochene Verfahren sich mit den angetrockneten Kapseln als unthunlich erwies. Wird nämlich eine solche Kapsel mit dem Rasirmesser getroffen, so berstet sie augenblicklich und die erhaltenen Präparate erweisen sich als völlig unbrauchbar. Ich begnügte mich daher, mehrere unverletzte Kapseln (aus demselben Vorrathe von gleich grossen Exemplaren) in verschiedenen Zuständen des Eintrocknens bei derselben Vergrösserung wie früher zu skizziren und vermittelst desselben Maassstabes zu messen. Um eine gewisse Vorstellung über die im Innern der Kapsel während des Eintrocknens vor sich gehenden Veränderungen zu gewinnen, habe ich auch einige halbvertrocknete Kapseln halbirt und aufgezeichnet.

Bei dieser Gelegenheit habe ich eine Erscheinung kennen gelernt, die das plötzliche Bersten der Kapsel gut charakterisirt und daher nicht unerwähnt bleiben mag. Als ich nämlich eine schon ziemlich stark angetrocknete Kapsel aufzeichnen wollte, entflog mit einem kurzen Knall mein Untersuchungsobject vom Tische des Zeichenapparates. Daraus ergibt sich, dass die Kapsel bei der Sporenausschleuderung einen „Zurückschlag" erfährt, auf die ganz analoge Weise, wie es bei einem Gewehrschuss zu geschehen pflegt. Ich musste desshalb bei meinen folgenden Versuchen die Kapseln an den Objectträger vermittelst Tröpfchens von Canadabalsam ankleben, um dieselben auch nach dem Bersten im geöffneten Zustande aufzeichnen zu können.

Die Vergleichung der Skizzen von zahlreichen Kapseln in verschiedenen Zuständen des Austrocknens zeigte mir, dass der Längsdurchmesser der Kapsel während des Austrocknens der letzteren unveränderlich bleibt. Die ursprüngliche, fast regelmässig sphärische Gestalt der Kapsel wandelt sich dabei auf allbekannte Weise in eine beinahe cylindrische um, was also lediglich infolge der Verringerung des Querdurchmessers der Kapsel geschieht (Fig. 2). Dies lässt schon vermuthen, dass auch im Innern der Kapsel eine Verschiebung der festen Theile in der verticalen Richtung kaum zu finden sei, so dass z. B. die untere Grenze des Sporensackes auf der ursprünglichen Höhe liegen bleibe. Dem ist auch in der That so, wovon ich mich aus dem Vergleich der Skizzen von mehreren halbirten halbvertrockneten Kapseln überzeugen konnte. Die letzteren sind eiförmig; ihr oberer Theil erscheint stärker zusammengezogen und enthält den zusammengedrückten Sporensack, dessen innere Membrane, offenbar infolge des Vertrocknens, ganz flach aufgespannt erscheint und den halb-

sphärischen Luftraum des unteren Theiles der Kapsel von oben abschliesst (Fig. 3). Wie diese Figur zeigt, bleibt dennoch die Ansatzstelle der inneren Sporensackmembrane auf der ursprünglichen Höhe liegen; die obere Grenze des Luftraumes in einer vertrockneten Kapsel lässt sich daher auf den Skizzen von unverletzten Kapseln gewissermaassen ermitteln, wie ich es auf der Zeichnung (Fig. 2) ausgeführt habe. Wenn wir den in der contrahirten Kapsel befindlichen Luftraum für einen regelmässigen Cylinder, welcher übrigens das wirkliche Volum des Raumes nicht unbedeutend übertrifft, annehmen, so lässt sich dessen Volum nach der Formel $v = \pi r^2 h$, worin $r = 0{,}5$ und $h = 1{,}0$ mm bestimmen und zwar beträgt es 0,78 cbmm.

Es zeigt nun das Verhältniss der Volume der Lufträume in der feuchten und angetrockneten Kapsel

$$\frac{V}{v} = \frac{2{,}57}{0{,}78} = 3{,}3,$$

dass die in den zum Bersten fertigen Kapseln eingeschlossene Luft wirklich comprimirt sein kann. Es war von Wichtigkeit, dieses Ergebniss experimentel zu prüfen, d. h. die aus der aufgesprungenen Kapsel ausgeschiedene Luft unter gewöhnlichem Druck zu messen.

Zum Messen der Luftbläschen, die, wie erwähnt, aus den in Alcohol berstenden Kapseln entweichen, ev. in dieser Flüssigkeit gefangen werden können, bediente ich mich des „Mikroeudiometers“ von Timirjaseff[1]). Den Apparat habe ich mit Quecksilber nach Wägungsmethode calibrirt und eine Theilung dessen Capillarrohres einem Volume von 0,075 cbmm entsprechend gefunden. Für den Versuch füllte ich den ganzen Apparat mit Alcohol und liess einzelne Kapseln innerhalb des unteren trichterartig erweiterten Theiles des Apparates bersten; die auf diese Weise gefangenen Luftbläschen wurden einzeln im Capillartheile des Eudiometers gemessen.

Nach den zahlreichen Versuchen stellte es sich heraus, dass das Volum der Luftbläschen ziemlich inconstant ist. Ich habe nämlich eine Reihe von Zahlen gefunden, die zwischen 2,85 und 5,25 cbmm standen. Ich glaube diese Thatsache dadurch erklären zu dürfen, dass die untersuchten Kapseln nicht alle gleich ausgetrocknet und daher nicht gleiches Luftquantum enthaltend zum Versuche verwendet wurden. Die gefundene Minimalgrösse für das Volum der Luftbläschen, wie zu ersehen ist, übertrifft etwas die Grösse, welche

1) Timirjaseff, L'état actuel de nos connaissances sur la fonction chlorophylliene. Bulletin du congrès international de botanique e d'horticulture, réuni a St. Petersbourg 1884, pag. 117. S. auch Ann. des sc. nat. VII. Sér. Bot. T. II. p. 112 (1885).

im Vorstehenden für den Luftraum in der feuchten Kapsel annähernd angenommen ist. Ich verweise hier aber darauf, dass die letztere Grösse absichtlich zu klein bestimmt wurde.

Stellen wir nun alle erhaltenen Resultate zusammen, so ergeben sich etwa folgende Verhältnisse:

V, das Volum der in der feuchten Kapsel enthaltenen Luft kann nicht geringer sein als . . . . 2,57 cbmm

V_1, das Volum der ausgeschiedenen Luftbläschen beträgt durchschnittlich . . . . $\left(\frac{2,85 + 5,25}{2}\right) = 4,05$ „

v, das Volum der in der trockenen Kapsel enthaltenen Luft kann nicht grösser sein als . . . . 0,78 „

Eine mittlere Grösse für den Druck, unter welchem die Luft in der contrahirten Kapsel comprimirt wird, ergibt sich also aus dem Verhältnisse

$$V_1 : v = 4,05 : 0,78,$$

ungefähr gleich mit 5 Atmosphären. Nach dem Verhältnisse aber

$$V : v = 2,57 : 0,78$$

kann dieser Druck jedenfalls nicht geringer als 3 Atmosphären sein.

Wollen wir jetzt versuchen, den oben auseinandergesetzten Vorgang der Sporenausschleuderung uns im Ganzen vorzustellen.

Da wir in der völlig reifen Kapsel die bereits geschrumpfte Columella stets finden, so dürfen wir annehmen, dass der an der Stelle der letzteren entstehende Raum sich während des Reifens der Kapsel allmählich mit Luft füllt. Dies geschieht aber nicht infolge eines freien Luftzutritts durch die Spaltöffnungen der Kapselwand, wie man wohl denken könnte, sondern vielmehr infolge der Gasdiffusion, denn die Spaltöffnungen der Sphagnumkapsel entbehren thatsächlich vollständig der Spalte. Dies zeigen ohne Weiteres meine Abbildungen (Fig. 6—8 Tafel IV), an denen man freilich die differenzirten Spaltöffnungen ihren zärteren Zellmembranen nach zwischen den übrigen starkwandigen Epidermiszellen leicht erkennt, zugleich aber sich überzeugt, dass die Schliesszellen keinen Intercellulargang zwischen sich ausbilden. Es ist bekannt, dass feuchte Membranen für verschiedene Gase leicht permeabel sind, in trockenem Zustande aber diese Fähigkeit mehr oder weniger einbüssen. Daher erscheint es ganz zulässig, dass die Luft, einmal in die feuchte Kapsel

eingedrungen, im Innern der letzteren nach dem Eintrocknen der Kapselwand eingesperrt wird, bezw. innerhalb der contrahirten Kapsel comprimirt werden kann. Das Eintrocknen der Kapsel hat ferner auch eine andere Erscheinung zur Folge. Erstens ziehen sich die Epidermiszellen der Kapselwand stark zusammen und zwar hauptsächlich in der transversalen Richtung (Fig. 9), was die oben erwähnte Verringerung des entsprechenden Durchmessers der Kapsel selbst, beim unverändert bleibenden longitudinalen, zur Genüge erklärt; zweitens zieht sich auch die innere Sporensackmembrane zusammen, was in der zu dieser Zeit cylindrisch gewordenen Kapsel eine vollständige innere Umgestaltung verursacht: die Sporen erfüllen jetzt als eine compacte Masse den ganzen oberen Theil der Kapsel und bieten sozusagen die Schrotladung einer Patrone dar, in deren unterem Theile stark comprimirte Luft die Rolle der Pulverladung spielt.

Es bleiben uns endlich einige mechanische Momente der Ausladung selbst des pneumatischen Gewehres — die Kapsel der Torfmoose als solches aufgefasst — zu berücksichtigen. Es ist nämlich einleuchtend, dass eine Bedingung hier absolut unentbehrlich ist, dass die plötzliche Explosion der Kapsel erfolgen könnte. Und in der That wird diese Bedingung in der Verschiedenheit des Baues des Deckels und der der Kapselwand gegeben, wodurch das plötzliche Abwerfen des Deckels ermöglicht wird. Wie bekannt, besteht die ganze Kapselwand aus einer einschichtigen Epidermis und mehreren Schichten von zarten Parenchymzellen; der Deckel erscheint dagegen von mehreren Schichten eines kleinzelligen, dickwandigen Parenchyms inwendig austapezirt. Dies hat zur Folge, dass, während die ganze Kapselwand sich beim Eintrocknen zusammenzieht, der Deckel seine Form, dank seiner festeren Struktur, so gut wie gar nicht verändert. Es kommt dabei offenbar eine Spannungsdifferenz in den verschiedenen Theilen der Kapselwand zu Stande, indem der Deckel die Contraction der Randzone der Kapselwand hindert; infolge dessen biegt sich diese Zone stark aus, was aus der Abbildung (Fig. 2) zu ersehen ist. Ausserdem werden die zusammengefügten Ränder des Deckels und der Kapselwand von einem besonders kleinzelligen Gewebe, nach der Art eines Annulus einiger Laubmoose, gebildet, welches wenig biegsam und daher brüchig zu sein scheint. Diese Einzelheiten, in manchen Abbildungen der Schimper'schen Monographie dargestellt, erklären genügend, auf welche Art und Weise das plötzliche Losbrechen, bezw. Abschleudern des Deckels vor sich gehen muss, worauf eigentlich erst die Explosion der Luftladung,

bezw. das Ausschleudern der Sporen folgen kann. Dass bei der Explosion die Ränder der Kapselwand sich gerade richten und die aufgespannte innere Sporensackmembrane sich zerreisst, liegt auf der Hand (Fig. 4).

Nachdem ich nun im Vorstehenden die Resultate meiner Untersuchung zusammengefasst, glaube ich zu diesen Schlussfolgerungen berechtigt zu sein:

1. Die Sporenausschleuderung bei den Torfmoosen erfolgt durch die Explosion der innerhalb der Kapsel stark comprimirten Luft.
2. Die Spannungsdifferenzen in den oberen Theilen der Kapselwand sind auch von Belang, doch spielen dieselben bei dem Vorgange der Kapselexplosion eine mehr untergeordnete Rolle, indem sie bloss das Abwerfen des Deckels bewirken.
3. Die merkwürdige Erscheinung der Reduction der Spaltöffnungen stimmt mit den übrigen Anpassungen für die Sporenausschleuderung bei den Torfmoosen überein.
4. In ihrer Ausrüstung für die Verbreitung der Sporen steht die Gattung Sphagnum, soweit bis jetzt bekannt, nicht nur in der Moos-, sondern in der ganzen Pflanzenwelt einzig da.

Kiew, Dezember 1896.

Figuren-Erklärung.

Fig. 1 u. 2. Eine und dieselbe Kapsel, im frischen (Fig. 1) und im trockenen Zustande (Fig. 2) abgebildet. Die Conturen von inneren Theilen sind nach den zahlreichen Skizzen von halbirten frischen, bezw. halbangetrockneten Exemplaren (vgl. den Text) ausgeführt. Sp. = Sporensack, L. = Luftraum, c = Columella. Vergr. 13:1.

„ 3. Halbangetrocknete Kapsel, nach einem halbirten Exemplar. Vergr. 13:1.

„ 4. Entdeckelte Kapsel, nach einem halbirten Exemplar. Vergr. 13:1.

„ 5. Maassstab: 5 mm, in 10 Th. getheilt, bei Vergr. 13:1 entworfen.

„ 6. Theil eines Querschnittes durch die Kapselwand. St. = Spaltöffnung. Vergr. ca. 450:1.

„ 7. Epidermis der Kapselwand von Aussen gesehen. StSt. = Spaltöffnungen. Vergr. ca. 360:1.

„ 8. Epidermis der Kapselwand von Innen gesehen. St. = Spaltöffnung. Vergr. ca. 360:1.

„ 9. Theil eines Querschnittes durch Epidermis der vertrockneten Kapselwand; wurde das Präparat in concentrirtem Glycerin beobachtet. Vergr. 360:1.

Untersuchungen über die Characeen.

Von

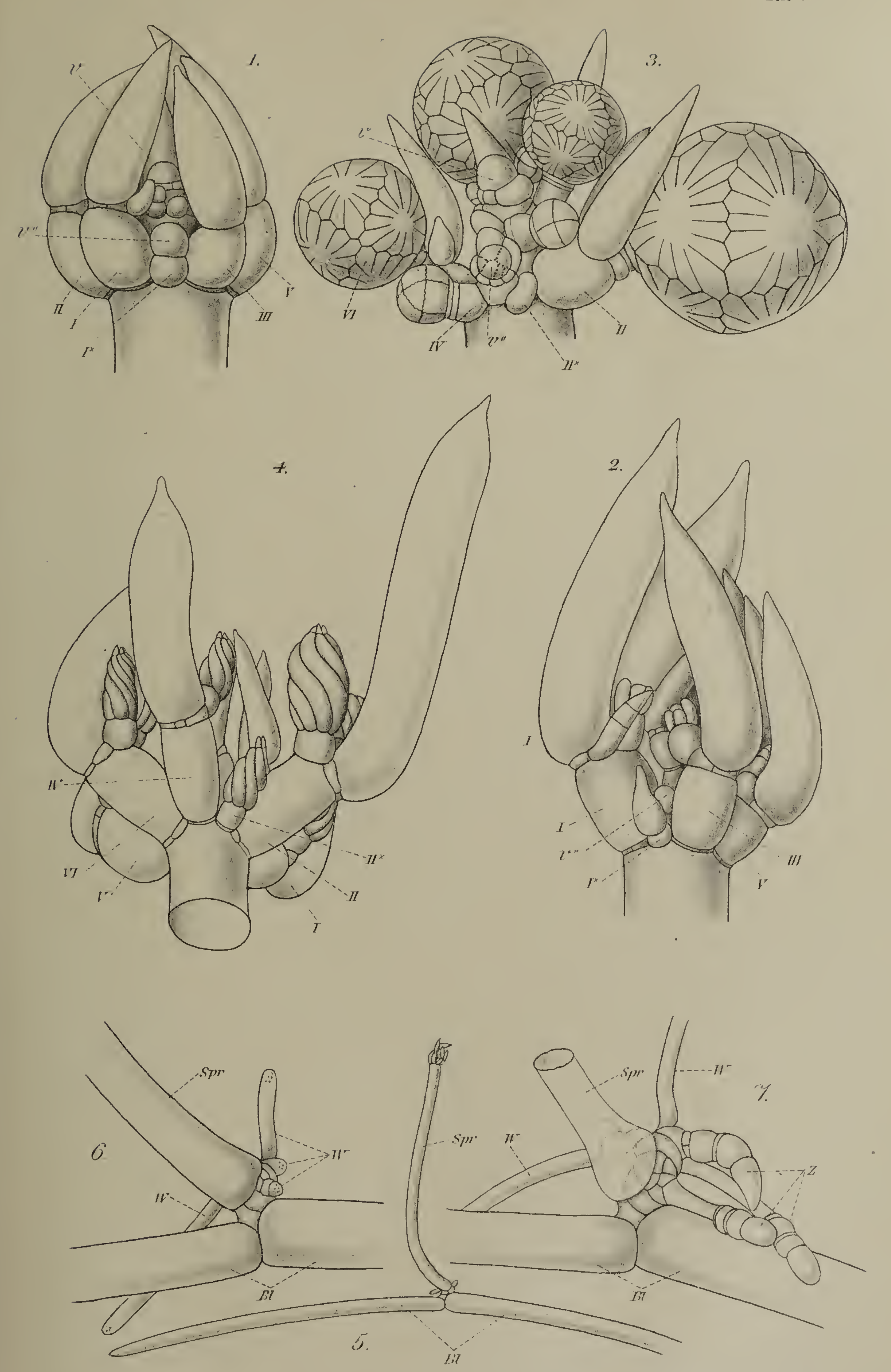
Dr. K. Giesenhagen, München.

(Hierzu Tafel V und 17 Text-Abbildungen.)

II. Der Bau der Sprossknoten bei den Characeen.

Einleitung.

Wenn man die Angaben der Litteratur über den Bau der Sprossknoten der Characeen vergleicht, so gewinnt man den Eindruck, als ob die Zelltheilungsfolge und die Zellanordnung in diesen Theilen nur in ihren ersten Anfängen einige Gesetzmässigkeit aufweisen, während im weiteren Verlauf der Entwickelung die Zelltheilungen ohne bestimmte Ordnung und in den einzelnen Knoten derselben Pflanze in verschiedener Weise erfolgen, so dass im verwachsenen Knoten eine Zurückführung der Zellenordnung auf die den Aufbau der übrigen Pflanze beherrschenden Bildungsgesetze nicht wohl möglich sei. Diese Anschauung ist indess durch die bisher über diesen Punkt angestellten Untersuchungen nicht in genügender Weise begründet worden. Man hat wohl die Zelltheilungen in den Sprossknoten bis zu einem gewissen Punkte an einzelnen Beispielen genauer verfolgt, sobald aber die Complicirtheit der Zellanordnung im Knoten die Beobachtung erschwerte, oder sobald die von Fall zu Fall wechselnde Zellenfolge eine Gesetzmässigkeit nicht ohne Weiteres erkennen liess, verzichtete man auf das weitere Eindringen in die Bau- und Entwickelungsverhältnisse. So ist es gekommen, dass wir nicht einmal Angaben darüber finden, ob etwa jede Zelle eines Knotens, die nicht zum Blatt oder zur Berindungszelle wird, einem accessorischen Spross oder einer Haarwurzel den Ursprung geben kann, oder ob einzelne Zellen bevorzugt sind und welchen Ursprungs diese Zellen sind; und an den zahlreichen Abbildungen verzweigter Knoten — man vergleiche z. B. Pringsheim's Tafel X im dritten Band seiner Jahrbücher oder die Figuren 22 und 23 in Migula's Characeen, anderer nicht zu gedenken — finden wir die fraglichen Verhältnisse oft in ganz auffälliger Weise durch eine gänzlich unmotivirte Schraffirung wie mit einem keuschen Feigenblatt verdeckt, ein deutliches Zeichen dafür, dass die betreffenden Autoren über das, was sie sorgsam verhüllten, keine sichere Auskunft



K. Giesenhagen del.

W. A. Meyn lith. Inst. Berlin.

zu geben wussten. Pringsheim[1]) erklärt auch unumwunden den Sprossknoten für einen complicirten Zellkörper, dessen „Bildungsgeschichte bisher noch nicht über die ersten Stadien seiner Entwickelung hinaus hat geführt werden können". Migula[2]) macht wohl den Versuch, in einem bestimmten Fall bei Chara hispida den Bau des Basalknotens des Blattes aufzuklären, seine Auffassung entspricht indess nicht den thatsächlichen Verhältnissen und es ist nicht möglich, aus seiner Darstellung eine sichere und genaue räumliche Vorstellung von der Lagerung der Zellen im Basalknoten der Blätter dieser Art zu gewinnen. Für die Discussion gewisser principieller Fragen, besonders für das Verständniss der verschiedenen Sprossarten der Characeen der Wurzelfäden und der Vorkeime und für die Erkennung der Beziehungen dieser Gebilde zu einander scheint mir die genaue Kenntniss des morphologischen Aufbaues der Sprossknoten unerlässlich. Erst wenn wir im Stande sind, den Ursprung und morphologischen Werth jeder einzelnen Zelle im Sprossknoten anzugeben, wird es möglich sein, über die Entstehung der Seitenzweige und der accessorischen Bildungen ein Urtheil zu fällen. Die vorliegende Abhandlung verfolgt desshalb den Zweck, die Bauverhältnisse der Sprossknoten bei einer Anzahl von Arten zu studiren und darzuthun, dass, entgegen der Auffassung der älteren Autoren, auch bei der Ausbildung der Knoten jeder Schritt der Zelltheilung einer bestimmten Gesetzmässigkeit unterliegt. Die verbesserte Technik, insbesondere auch die Anwendung des Mikrotoms ist uns dabei ein wesentliches Hilfsmittel, um die Schwierigkeiten zu überwinden, welche die früheren Bearbeiter dieser Frage an der Aufklärung der complicirten morphologischen Verhältnisse verhinderte.

Nicht minder schwierig als die Constatirung des Zusammenhanges der Zellen in den Zellkörpern der Knoten erscheint es mir, die thatsächlichen Verhältnisse so darzustellen, dass der Leser eine räumliche Vorstellung von der Zellanordnung gewinnt, und ich weiss nicht, ob nicht trotz aller besonderer Aufmerksamkeit, die ich auf Klarheit der Diction verwendete, und trotz der zahlreichen Abbildungen, welche die Darstellung des Textes unterstützen, die Geduld des Lesers allzusehr in Anspruch genommen wird. Nur der Wunsch, dem Leser vollen Einblick in die Verhältnisse zu verschaffen, auf denen meine Schlussfolgerungen in einer folgenden Abhandlung basirt sein werden,

---

1) N. Pringsheim, Über die Vorkeime etc. Pringsh. Jahrb. III p. 296.
2) Migula, Characeen p. 15.

veranlasst mich, nach der mühsamen Untersuchung auch noch die Mühe der Darstellung der Resultate zu übernehmen.

Die Keimungsgeschichte, die Entstehung des Hauptsprosses, die ersten Theilungen der Scheitelzelle und der Sprossknoten, die Bildung der Blätter und der Rindenzellen sind schon oft genug beschrieben worden und wir besitzen in Braun's Werken, besonders in seinen Abhandlungen über die Richtungsverhältnisse der Saftströme in den Zellen der Characeen [1]) und in der Einleitung zur Characeenbeschreibung in der Kryptogamenflora von Schlesien geradezu klassische Darstellungen dieser Dinge, die an Klarheit und Übersichtlichkeit nichts zu wünschen übrig lassen. Ich glaube aber doch eine zusammenhängende Darstellung auch der bereits bekannten Dinge an dieser Stelle nicht ganz unterlassen zu sollen, schon um das Verständniss der später zu schildernden complicirteren Zellanordnungsverhältnisse durch allmähliches Fortschreiten vom Einfachen zum Zusammengesetzteren zu erleichtern und um für die öfters wiederkehrenden Begriffe allgemeinverständliche Bezeichnungen zu gewinnen, die die Darstellung des Neuhinzukommenden vereinfachen und übersichtlicher machen können.

Die Characeen repräsentiren sich makroskopisch im Allgemeinen als radiär gebaute Gewächse, deren Hauptspross mit fadenförmigen, verzweigten Rhizoiden im Schlamm befestigt ist und wenn nicht äussere Einflüsse wie einseitige Beleuchtung oder Strömung des Wassers dem entgegenstehen, negativ geotropisch senkrecht aufwärts wächst. Die Sprossaxe, welche an der Spitze einer Scheitelzelle mit unbegrenzter Theilbarkeit sitzt, ist regelmässig in Internodien und Knoten gegliedert. Die Internodien bestehen der Hauptsache nach aus einer einzigen cylindrischen, mehr oder minder langgestreckten Zelle. Die Knoten stellen eine biconcave flache Zellscheibe dar, aus deren Umfang neben einem oder zwei den Bau des Hauptsprosses wiederholenden Seitensprossen ein Wirtel von seitlichen Organen mit begrenztem Wachsthum hervorgeht, die als Blätter bezeichnet werden. Bei den Charen entspringen aus den Knoten des Hauptsprosses ausser den genannten Gebilden noch die Nebenblätter oder Stipulae, welche unterhalb des Blattwirtels einen ein- oder mehrreihigen Kranz bilden, und die Berindungszellen, welche die angrenzenden Internodialzellen des Hauptsprosses und selten auch das basale Ende der Blätter mit einer einschichtigen Rinde überkleiden. Ausser den genannten normalen Provenienzen der Spross-

---

1) Monatsber. der Akad. d. Wiss. zu Berlin 1852/1853.

knoten können noch Wurzelfäden, Zweigvorkeime, Adventivsprosse und -Blätter an den Knoten auftreten.

Die Blätter eines Wirtels sind ihrer Entstehungsfolge und ihrer Entwickelung nach nicht vollkommen gleichwerthig. Das zuerst angelegte Blatt trägt meistens in seiner Achsel den normalen Seitenspross. Die übrigen Blätter werden nach einander in rascher Folge links und rechts von dem ersten im Umfange des Knotens angelegt, so dass die jüngsten Blätter an der vom ersten Blatt abgewendeten Seite des Knotens neben einander zu stehen kommen. Die Blätter sind wie der Spross aus Internodien und Knoten zusammengesetzt, die ersteren sind gleichfalls aus einer einzigen cylindrischen Zelle gebildet, die letzteren stellen wieder eine biconcave Zellscheibe dar, aus welcher die Anlagen der einfachen oder wiederum in gleicher Weise verzweigten Seitenblättchen und bei den Charen oft noch die Berindungszellen der Blattinternodien hervorgehen. Auch die Geschlechtsorgane Antheridien und Oogonien nehmen, wo sie vorhanden sind, in der Regel ihren Ursprung aus den Knoten der Blätter. Die Zahl der Knoten und Internodien am einzelnen Blatt ist oft bei der gleichen Art und im selben Blattwirtel verschieden. Häufig wird die Blattspitze aus mehreren cylindrischen den Internodialzellen ähnlichen Zellen gebildet, zwischen denen keine Knoten mehr angelegt sind.

Die unmittelbar an der Ursprungsstelle eines Blattes im Knoten des Hauptsprosses liegenden Zellen werden als zum Blatt gehörig betrachtet und bilden in ihrer Gesammtheit den Basalknoten des Blattes. Ausser den Basalknoten der Blätter und der Basis des normalen Achselsprosses finden sich in den Sprossknoten stets zwei oder mehr Zellen, in centraler Lage, welche als stammeigene Zellen des Knotens angesehen werden müssen. Ueber die Zahl, Anordnung und Entstehungsfolge der Zellen in den Basalknoten der Blätter sowie über die Zusammensetzung der basalen Zellgruppe an dem Achselsprossen existiren in der Litteratur nur allgemeine Angaben. Al. Braun schreibt, dass die Zellenordnung in diesen Theilen der Sprossknoten wechselnd sei und keine bestimmte Gesetzmässigkeit erkennen lasse.

Bevor wir unsere eigene Untersuchung über diesen Gegenstand beginnen, ist es nöthig, noch in Kürze einiger morphologischer Eigenthümlichkeiten der Characeen zu gedenken, welche sich hauptsächlich auf die Zahl und auf die Stellung der seitlichen Organe zu einander beziehen. Die Zahl der Blätter an den einzelnen Knoten des Hauptsprosses wechselt bei den verschiedenen Arten in ziemlich weiten Grenzen. Während bei den Nitellen meist nur sechs oder selbst nur

fünf Blätter in einem Quirl vorhanden sind, finden sich unter den Charen einige Formen, bei denen 12 oder 14 oder noch mehr Blätter am einzelnen Hauptsprossknoten gezählt werden. Auch an dem Spross einer einzelnen Art kann die Zahl der Blätter meist freilich innerhalb ziemlich enger Grenzen wechseln, indem z. B. auf 8zählige Quirle 7- und 6zählige folgen oder umgekehrt. Wo die Blattzahl der Quirle übereinstimmt, da findet in der Anlage wenigstens regelmässige Alternanz zwischen den aufeinanderfolgenden Blattwirteln statt. Wo die Blattzahl wechselt, gilt dasselbe wenigstens für die erstangelegten Blätter, indem das den normalen Achselspross tragende Blatt I jedes Quirls gegen das gleiche Blatt des vorhergehenden Quirls um eine halbe Blattbreite nach vorne rechts verschoben ist. Die Erstlingsblätter der Quirle und also auch die Achselsprosse bilden somit in der Anlage eine Spirale, welche am Hauptspross vorne von unten

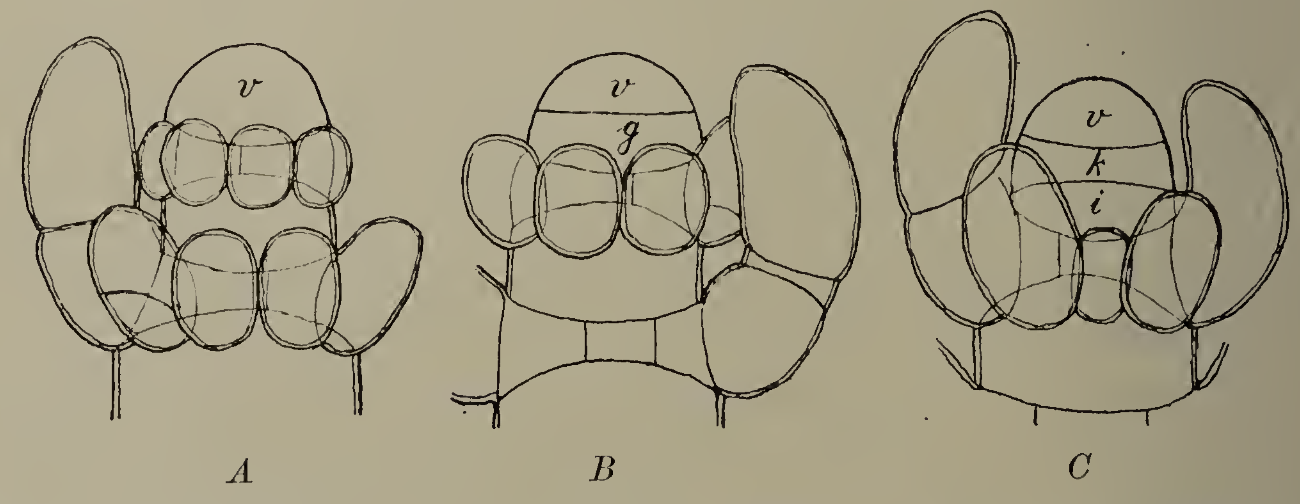


Fig. 26. Sprossspitze einer Nitilla in drei aufeinanderfolgenden Entwickelungsstadien. *v* Scheitelzelle, *g* Urzelle eines Sprossgliedes, *k* Urzelle eines Sprossknotens, *i* Internodialzelle. 230/1.

links nach oben rechts in halben Blattbreiten fortschreitet. Am erwachsenen Spross ist dieses Verhältniss dadurch verändert, dass die sich streckenden Internodien drehwüchsig sind und also den obern Knoten gegen den untern verschieben. Diese Verschiebung findet regelmässig in der Richtung des Verlaufes der oben beschriebenen Spirale statt, so dass also der in der Anlage nur eine halbe Blattbreite betragende Uebergangwinkel der auf einander folgenden Primärblätter oft sehr wesentlich vergrössert wird.

Indem wir nun an die Aufklärung der anatomischen Verhältnisse der Sprossknoten herantreten, gehen wir am besten von der Entwickelungsgeschichte dieser Gebilde aus, welche wenigstens in ihren ersten Phasen bei allen daraufhin untersuchten Arten übereinstimmend verläuft. Der Vegetationspunkt des Hauptsprosses wird von einer halbkugeligen Scheitelzelle eingenommen (Fig. 26 *A v*), welche dicht mit

körnigem Protoplasma erfüllt ist und einen verhältnissmässig grossen Zellkern besitzt. Der letztere theilt sich mitotisch mit einer im Sinne der Längsachse des ganzen Sprosses aufrecht stehenden Spindel in zwei Kerne, zwischen denen, entsprechend der Lagerung der Tochterkerne, horizontal, senkrecht zur Längsachse des Sprosses eine Scheidewand auftritt. Die Scheitelzelle *v* ist dadurch in eine gipfelständige als Scheitelzelle weiterfungirende Zelle *v* und in eine darunter liegende Zelle *g* getheilt, welche die Urzelle eines Stengelgliedes, d. h. eines Stengelinternodiums, mit dem dazu gehörigen Stengelknoten ist (Fig. 26 *B*). Die Zelle *g*, wir wollen sie im Folgenden kurz als Gliederzelle bezeichnen, theilt sich nämlich nach einer weitern Karyokinese durch eine etwas urglasförmig nach oben gewölbte Querwand (Fig. 26 *C*) in einen oberen Abschnitt, die Knotenzelle *k*, welche zum Sprossknoten

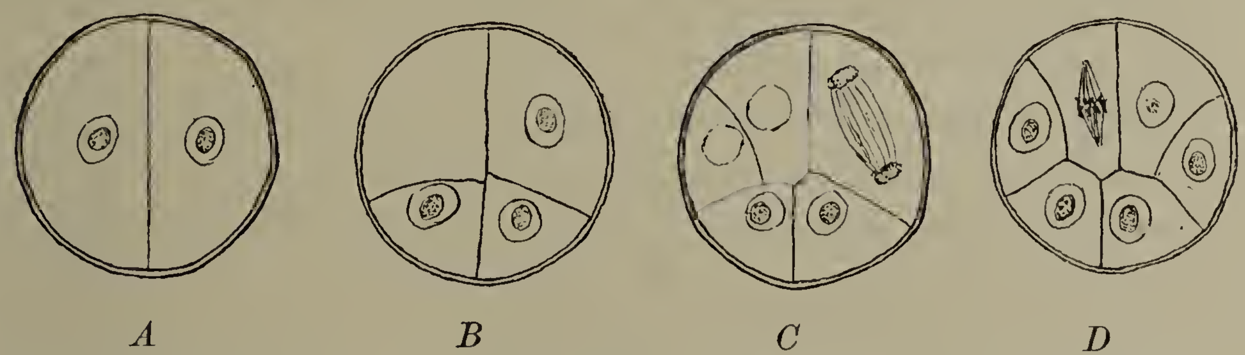


Fig. 27. Querschnitte junger Sprossknoten von Chara aspera. *A—D* aufeinanderfolgende Theilungsstadien. 360/1.

wird, und in einen unteren Abschnitt die Internodialzelle *i*, welche keine weitere Zelltheilung erfährt, sondern einfach durch Wachsthum ihre endgiltige morphologische Ausbildung erlangt. Wir können also das Wachsthumsgesetz der Characeensprosse, von dem bisher keine Ausnahme bekannt ist, ausdrücken durch die Formel:

$$
\begin{aligned}
V &= (v + g) \\
&= [v + (k + i)]
\end{aligned}
$$

Die in der rechten Seite der Gleichung mit *v* bezeichnete junge Scheitelzelle wächst wieder auf die ursprüngliche Grösse *V* heran und wird durch erneute Zelltheilung $= (v + g_1) = [v + (k_1 + i_1)]$. Der Aufbau eines ganzen Sprosses aus seiner Urscheitelzelle *V* würde also in der Formel zum Ausdruck kommen:

$$V = [v + (k_n + i_n) + (k_{n-1} + i_{n-1}) + \dots + (k_1 + i_1) + (k + i)].$$

Die morphologische Ausbildung der Zelle *i* schliesst, wie erwähnt, mit ihrer Streckung ab, die Knotenzelle *k* aber wird durch weitere Zelltheilung zu einer vielzelligen Scheibe, aus deren Umfang die Blätter und die Seitensprosse hervorgehen. Die Zertheilung der Zelle *k* wird durch das Auftreten einer verticalen Wand eingeleitet,

welche die in der Oberansicht kreisförmige Zelle in zwei annähernd gleiche Hälften zertheilt, wie das in der Abbildung *A* der Fig. 27 dargestellt ist. Wir nennen diese Zellen die Halbirungszellen. Die Lage der Wand, durch welche die Knotenzelle in die Halbirungszellen zerlegt wird, zeigt eine ganz bestimmte Beziehung zu der Halbirungswand des nächstälteren Knotens, und zwar ist sie so orientirt, dass die Stellen, an welchen sie den Umfang der Knotenzelle erreicht, um eine halbe Blattbreite gegen die correspondirenden Stellen im nächstunteren Knoten verschoben sind. Da die aus dem Knoten sich entwickelnden seitlichen Organe in Bezug auf ihre räumliche Anordnung von der Halbirungswand in jedem Knoten in der gleichen Weise abhängig sind, so ist durch die Anlegung der Halbirungswand schon die später hervortretende Alternanz der Blätter in gleichzähligen Quirlen und die Spiralstellung der Primärblätter und ihrer Achselsprosse indicirt.

Denken wir uns den wachsenden Characeenspross aufrecht so vor uns orientirt, dass die Spirallinie der Primärblätter vorne oben endet, so also, dass der an dem von uns untersuchten jüngsten Knoten zu erwartende Achselspross und das zugehörige Blatt I normaler Weise vorne in der Mitte zu liegen kommen muss, so verläuft die Halbirungswand in die Knotenzelle von vorne nach hinten. Wir wollen die Seite des Knotens, welche bei dieser Orientirung nach vorne gerichtet ist, als die V o r d e r s e i t e des Knotens bezeichnen und wir können demnach unter den Halbirungszellen eine rechte und eine linke unterscheiden, welche wir in den Figuren als *hr* bezw. *hl* bezeichnen wollen.[1]) Die rechte Halbirungszelle ist in der Entwickelung bevorzugt, in ihr tritt zuerst wieder Kerntheilung ein und eine verticale Theilungswand, welche sich einerseits an die Halbirungswand, andererseits vorne rechts an den Umfang der Knotenzelle ansetzt, schneidet von der Halbirungszelle ein Stück ab, welches von oben gesehen, als ein Kreisausschnitt in der kreisförmigen Knotenzelle erscheint. Wenig später tritt der gleiche Theilungsvorgang auch in der linken Halbirungszelle ein, wobei die abgeschnittene Theilzelle vorne links von der Halbirungswand zu liegen kommt. In der Figur 27 *B* ist der Querschnitt eines Sprossknotens nach der Natur gezeichnet, in welchem dieses Stadium der Knotentheilung erreicht war. Die Figuren 27 *C* und *D*, welche gleichfalls nach Querschnitten durch junge Sprossscheitel gezeichnet wurden, stellen etwas ältere Theilungsstadien dar. Sie

1) Die Ausdrücke rechts und links beziehen sich, wie aus der Figur 28 hervorgeht, auf den Beschauer.

zeigen, dass in jeder Halbirungszelle nach der ersten Theilungswand eine weitere Theilung durch senkrechte Wände erfolgt, welche von der ersten Theilungswand ausgehend, bogenförmig zum Umfang des Knotens verlaufen. An die neuentstandene Wand setzt sich in jeder Zellhälfte, wenn der Raum dafür vorhanden ist, eine weitere senkrechte Wand an, die in gleicher Weise bogenförmig zum Knotenumfang verläuft. Wenn zuletzt der Restabschnitt der Halbirungszelle zwischen der Halbirungswand und der letztentstandenen bogenförmigen Theilungswand nur noch einen schmalen Streifen bildet, so tritt als letzter Schritt in dem Theilungsprocess eine senkrechte Wand auf, welche von der vorhergehenden bogenförmigen Wand direct zu der Halbirungswand hinüber geht, welche also den Rest der Halbirungszelle in eine centrale und in eine peripherische Zelle zertheilt.

Auf diese Weise ist in jeder Halbirungszelle ein Halbkreis von peripherischen Zellen abgegrenzt worden, während der Rest der Halbirungszelle als centrale Zelle übrig bleibt. Die peripherischen Zellen sind die Urzellen der Blätter, wir bezeichnen sie mit *u*. Man findet gewöhnlich angegeben, dass die peripherischen Zellen in den beiden Halbirungszellen in regelmässiger Abwechselung angelegt werden, so dass also in der rechten Halbirungszelle *hr* ausser der ersten peripherischen Zelle auch die dritte, fünfte, also alle ungeraden, gebildet werden, dass dagegen die linke Halbirungszelle *hl* alle geraden peripherischen Zellen enthalten müsste. Dass diese Annahme nicht immer zutrifft, beweisen die Figuren 27 *C* und *D*, in denen die linke Halbirungszelle neben der zweiten die dritte peripherische Zelle enthält. Die Zelltheilungen in den beiden Halbirungszellen gehen nach der Anlage der beiden ersten peripherischen Zellen unabhängig von einander vor sich und folgen so schnell auf einander, dass die Zeitdifferenz in ihrer Entstehungsfolge keine Rolle spielen kann. Um aber für die einzelnen peripherischen Zellen des Knotens eine bestimmte Bezeichnung zu haben, wollen wir dieselben so nummeriren, als ob die Annahme von einer regelmässigen Abwechslung in der Bildung derselben richtig wäre; d. h. wir bezeichnen die peripherischen Zellen der rechten Halbirungszelle von vorne nach hinten als u_1, u_3, u_5 u. s. w. diejenigen der linken Halbirungszelle als u_2, u_4, u_6 u. s. w. und entsprechend diesem Zahlenindex werden wir die aus diesen Zellen entspringenden Blätter als Blatt I, II u. s. w. bezeichnen. Für die centrale Restzelle der Halbirungszellen wollen wir das Zeichen *c* einführen und durch ein hinzugefügtes *r* oder *l* andeuten, ob die Centralzelle der rechten oder linken Halbirungszelle angehört. Mit Zugrunde-

legung dieser Bezeichnungsweise, welche auch in der Figur 28 angewendet worden ist, können wir das allgemein giltige Theilungsgesetz der Sprossknoten der Characeen durch die folgende Formel zum Ausdruck bringen

$$K = hr + hl$$
$$= (cr + u_1 + u_3 + \ldots u_{2n-1}) + (cl + u_2 + u_4 + \ldots u_{2n})$$

wobei n die in den einzelnen Fällen wechselnde Anzahl der Blatturzellen in der rechten Halbirungszelle bedeutet. Ist die Gesammtzahl der Blatturzellen im Knoten eine ungerade, wie in dem in Figur 28*B* dargestellten Falle, so muss in der Formel das Glied u_{2n} fortbleiben, es schliesst also die Reihe der Blatturzellen in dem der linken Halbirungs-

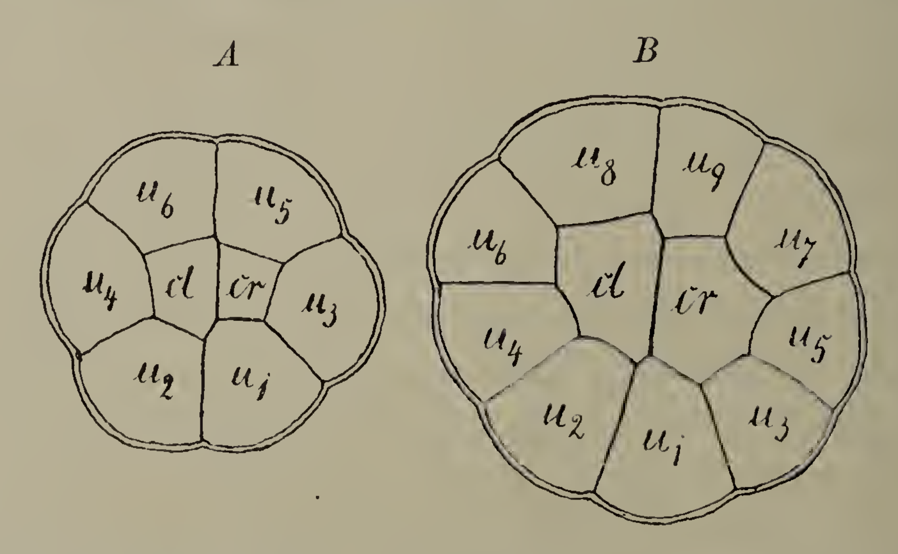


Fig. 28. Querschnittbilder junger Sprossknoten. *A* von Chara aspera. *B* von Chara baltica. u_1 u_2 . . . Urzellen der Blätter, *cl* das Reststück der linken, *cr* das Reststück der rechten Halbirungszelle der Urzelle des Knotens.

zelle entsprechenden Hintergliede mit u_{2n-2} ab. Unter Umordnung der Glieder können wir die das Theilungsgesetz ausdrückende Formel auch in folgender Weise schreiben:

$$K = (cr + cl) + (u_1 + u_2 + \ldots + u_{2n})$$

wobei der erste Klammerausdruck der rechten Gleichungsseite diejenigen Elemente enthält, welche als stammeigene bezeichnet werden müssen, während die in der zweiten Klammer stehenden Ausdrücke den Zellen entsprechen, aus denen die seitlichen Organe sich entwickeln.

Da die Wände, welche den Sprossknoten von den benachbarten Internodien abgrenzen, uhrglasförmig gebogen sind und zwar so, dass ihre convexen Seiten gegen einander gekehrt sind, so haben die Zellen im Knoten ungleiche Höhe. Die centralen Reststücke der Halbirungszellen sind am niedersten, sie stellen flache Tafeln dar. Die peripherischen Zellen dagegen sind nach aussen höher als innen. Sie stellen, von kleinen Unregelmässigkeiten abgesehen, abgestumpfte

Pyramiden oder Keile dar, deren Grundfläche in der Peripherie des Knotens liegt, während der abgestumpfte Gipfel an eine der centralen Restzellen grenzt.

I. Nitella gracilis.

Bis zu der geschilderten Phase der Entwickelung des Sprossknotens findet bei allen untersuchten Characeen, abgesehen von der auch beim einzelnen Individuum schwankenden Zahl der peripherischen Zellen, völlige Uebereinstimmung statt. Aber schon der nächste Entwickelungsschritt bietet bei den einzelnen Arten Verschiedenheiten dar, so dass wir genöthigt sind, um einen Einblick in die Gesetzmässigkeit des Ausbaues der Knoten zu gewinnen, zunächst einzelne bestimmte Objecte in Untersuchung zu nehmen. Wir beginnen mit den Nitellen, die wegen des Mangels der Berindungszellen und auch wegen der Beschaffenheit der Zellwände und des Zellinhaltes am leichtesten Einblick in ihre Bauverhältnisse gewähren. Bei der Verfolgung des Entwickelungsganges bereitet indess hier wie bei den Charen der Umstand Schwierigkeiten, dass die Zelltheilungen in den Organen meist sehr schnell aufeinanderfolgen, so dass selbst bei der Durchmusterung eines sehr umfangreichen Materials die einfacheren Stadien nicht immer in ununterbrochener Reihenfolge aufzufinden sind. Ich habe, um dieser Schwierigkeit zu entgehen, einen andern Weg eingeschlagen. Die Characeen variiren bekanntlich sehr leicht innerhalb weiter Grenzen, und zwar finden sich neben Wuchsformen, welche nur durch Zahl, Grösse und Richtung ihrer einzelnen Organe verschieden sind, bisweilen auch solche, die wesentlich einfacher organisirt erscheinen. So kennen wir z. B. bei manchen berindeten Charen Varietäten, bei denen die Berindung nur durch Zellhöckerchen angedeutet ist oder bei denen der normale Achselspross sich nicht oder nur unbedeutend über die Oberfläche der Achsel des Tragblattes erhebt. Es lässt sich durch Vergleichen mit entwickelteren Formen zeigen, dass die Einfachheit dieser Varietäten nicht etwa dadurch zu Stande kommt, dass irgend ein Schritt in dem normalen Entwickelungsgange übersprungen wird; vielmehr handelt es sich bei den einfachen Formen nur um ein Stehenbleiben in einer niederen Entwickelungsphase, um ein Verharren in einem einfachen Stadium, welches die normalen Formen schnell durchlaufen, um zu höherer Complicirtheit fortzuschreiten. Es ist klar, dass derartige einfache Varietäten zum Studium der Gesetzmässigkeit des Aufbaues geeigneter sein müssten als die complicirteren Formen und ihre schnell veränderten Jugendstadien.

Sehr leicht gelang es mir, bei Nitella gracilis eine derartige einfache Form zu ziehen, indem ich eine grössere Menge von Sprossen in einem verhältnissmässig kleinen Glase mit nährstoffarmem Wasser wachsen liess. Nach einiger Zeit zeigten die fortwachsenden Sprosse makroskopisch sehr auffällige Veränderungen (vergl. Figur 29 *A* und *B*). Die Länge der Internodien, welche an den normalen Sprossen bis zu 15 mm und selbst noch darüber betrug, ging auf weniger als 1 mm zurück. Die Blätter, welche an der normalen Pflanze durchschnittlich 1 cm lang und mehrfach verzweigt waren (NB. in der Fig. 29 *A* sind die Blätter an dem normalen Sprossabschnitt schon theilweise zerfallen), massen an den hinzugewachsenen Sprossabschnitten weniger als 1 mm und waren nach oben zur Sprossaxe herübergebogen und wenig verzweigt. An

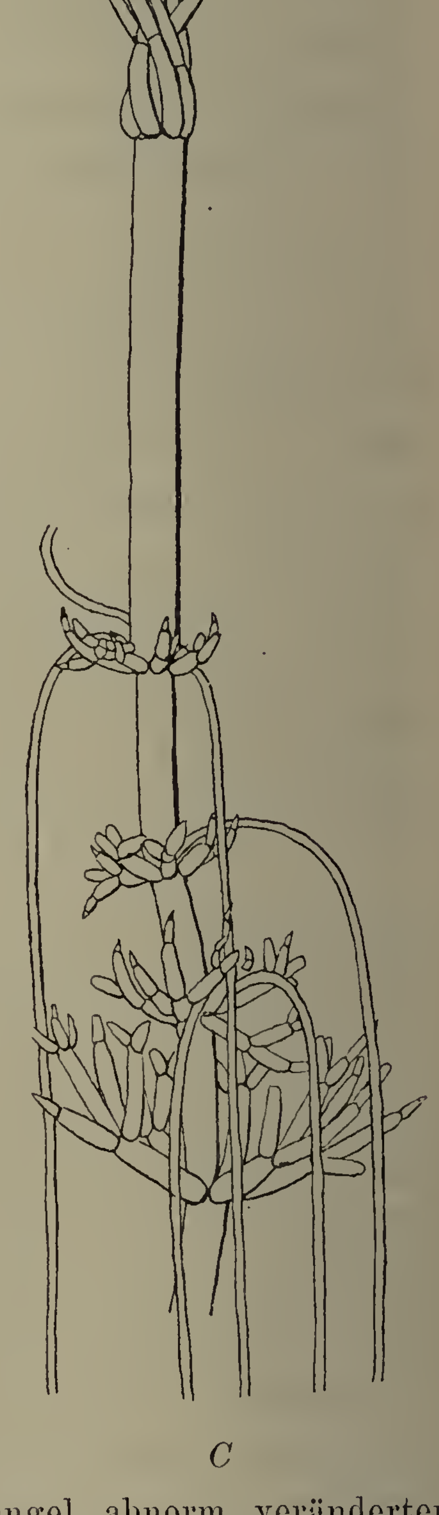




Fig. 29. Nitella gracilis. *A* ein durch Nahrungsmangel abnorm veränderter Spross in natürlicher Grösse. *B* Spitze eines derartigen verarmten Sprosses, 28/1. *C* Spitze eines verarmten Sprosses 10 Tage nach der Uebertragung in nährstoffreicheres Wasser, 28/1.

den älteren Sprosstheilen hatten die Blätter zahlreiche und ganz normale Geschlechtsorgane getragen. Die neu entstandenen Sprosstheile trugen

nur wenige abnorme Oogonien und Antheridien, auf deren Eigenthümlichkeiten ich in einem andern Zusammenhange zurückkommen werde. Die angeführten Veränderungen zeigten sich sowohl an den fortwachsenden Hauptsprossen als auch an den in den Achseln älterer Knoten entspringenden Seitensprossen. In den abnormen Blattwirteln kommen die Seitensprosse überhaupt nicht zur Entwickelung. Wir haben es hier offenbar mit einer Verarmungserscheinung zu thun, welche in Folge des Nahrungsmangels eintrat. Sobald ich derartige verarmte Sprosse in bessere Ernährungsbedingungen brachte, zeigte sich unverzüglich ein Rückschlag zur normalen Form. Ich habe in Figur 29 *C* die Spitze eines verarmten Sprosses gezeichnet, welcher nur erst 10 Tage in frisches Wasser übertragen war. Aus den Knoten entspringen zahlreiche Wurzelfäden und aus dem verarmten Abschnitt hat sich die Sprossspitze mit einem kräftigen Internodium emporgestreckt, über welchem ein erster Wirtel von grösseren Blättern schon den Uebergang zur normalen Sprossform erkennen lässt.

Die verarmten Sprossabschnitte konnten nach Anwendung von Essigsäure zur Entkalkung und nach der Aufhellung direct zur Beobachtung verwendet werden und liessen unschwer die Zusammensetzung auch der älteren Sprossknoten erkennen. Ich habe ausserdem zahlreiche derartige Sprossspitzen mit dem Mikrotom in Längs- oder Querschnitte zerlegt und so sicheren Aufschluss über alle fraglichen Punkte erlangt.

Verfolgen wir zunächst das Schicksal der stammeigenen Zellen eines Sprossknotens, also der beiden Zellen *cr* und *cl*, welche als Reststücke der Halbirungszellen nach Anlegung der peripherischen Zellen übrig bleiben, so zeigt sich, dass dieselben nur noch geringe Veränderungen erfahren. Infolge des Zuwachses in horizontaler Richtung, welchen der ganze Knoten schon früh im gleichen Schritt mit der Kräftigung der ihm benachbarten Internodien erfährt, vergrössert sich auch der Umfang der Zellen *cr* und *cl*, wodurch erneute Zelltheilungen im Innern derselben angeregt werden. Die auftretenden Theilungswände zerlegen, indem sie rechtwinkelig an die ursprünglichen Halbirungswände ansetzen, die flachen tafelförmigen Zellen in annähernd gleiche Stücke, so dass also zunächst statt der zwei centralen Zellen deren vier vorhanden sind; jede der Tochterzellen kann sich nun durch eine neue Wand, welche mit der ursprünglichen Halbirungswand gleichgerichtet ist und also auf der vorher entstandenen Theilungswand senkrecht steht, wiederum in zwei annähernd gleiche Zellen theilen. Indess unterbleibt diese weitere Theilung häufig in einer oder in mehreren

der Tochterzellen, ohne dass im übrigen die Beschaffenheit des Knotens dadurch eine wesentliche Veränderung erfährt. Die Figur 30 stellt vier aufeinanderfolgende Knoten eines Sprosses dar, an denen die Zertheilung der Centralzellen leicht erkennbar ist, in der Figur *A* sind die beiden Centralzellen noch ungetheilt, bei *B* sind dieselben zusammen in 7 Zellen zerlegt, während bei den älteren Knoten *C* und *D* nur 5 bezw. 6 Zellen aus den beiden ursprünglichen Zellen *c* hervorge-

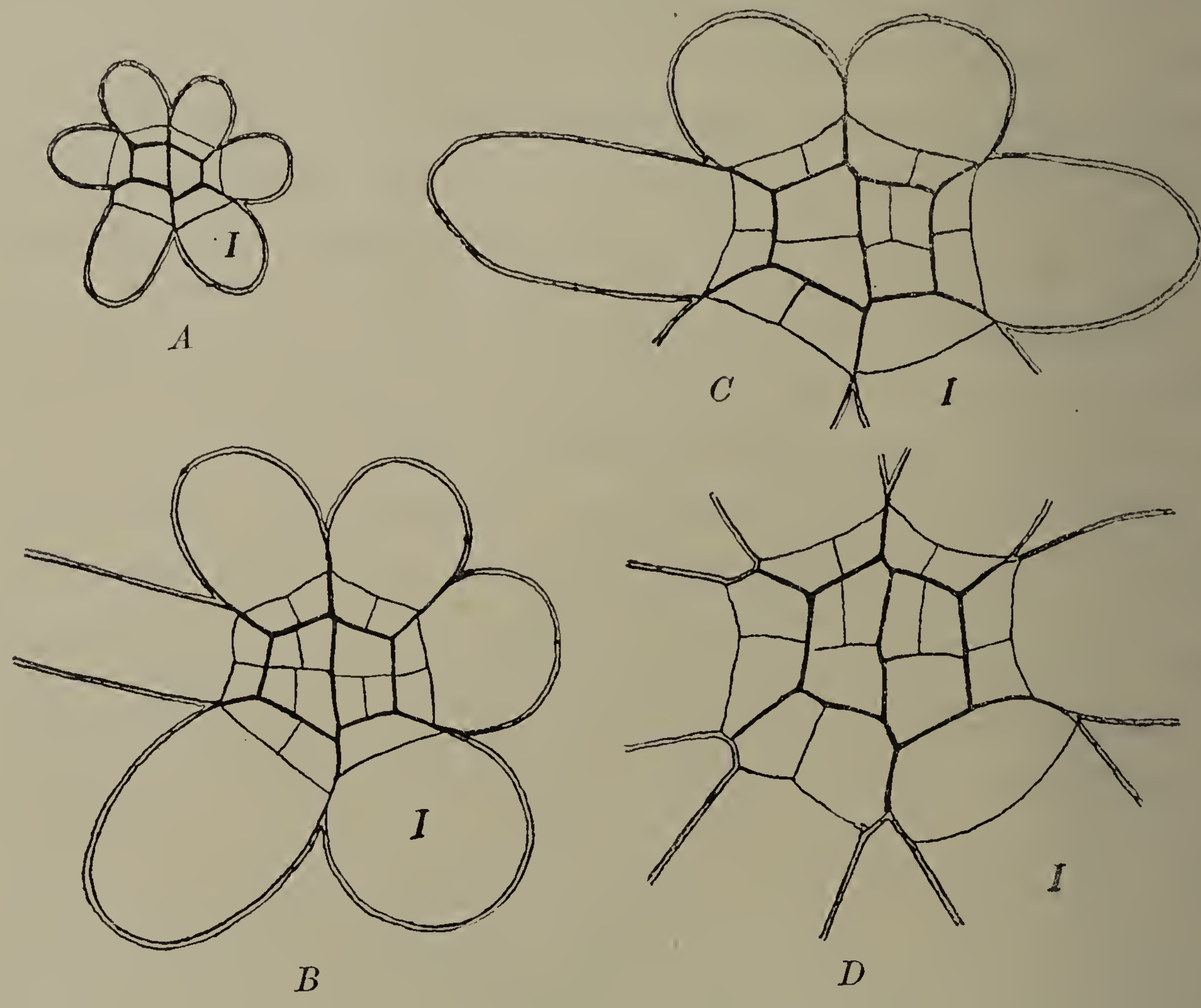


Fig. 30. Nitella gracilis. Querschnittbilder von vier aufeinanderfolgenden Sprossknoten eines Sprosses. 215/1.

gangen sind. Auch an älteren Knoten normal ausgebildeter Sprosse ist die Zahl der stammeigenen Zellen selten grösser als in den in Fig. 30 abgebildeten Beispielen.

Schwieriger zu verfolgen ist die Zertheilung der peripherischen Zellen, da hier die Zelltheilung nicht nur durch senkrechte, sondern daneben auch durch horizontale und schräg gerichtete Wände erfolgt und da ausserdem der Umfang dieser Zellen durch das Auswachsen der Aussenwände beträchtlich verändert wird. Ausserdem zeigt der Theilungsvorgang bei den einzelnen Zellen individuelle Verschiedenheiten, welche die Erkennung des Gesetzmässigen in der Erscheinung erschweren. Wir betrachten zunächst das Verhalten der Zelle u_1, d. h. derjenigen peripherischen Zelle, welche zuerst gebildet wurde und

welche bei der auf Seite 166 angegebenen Orientirung des Sprosses rechts vorne neben der Halbirungswand des Knotens gelegen ist.

Nachdem sich die Aussenwand dieser Zelle halbkugelig über den ursprünglichen Umfang der Knotenzelle emporgewölbt hat, tritt in derselben eine senkrechte, in Beziehung zu dem Umfang des Sprossknoten tangentiale Wand auf, welche ein calottenförmiges Stück vorne von der Hervorwölbung abschneidet. Diese Theilungswand setzt sich stets rings herum an die freie Aussenwand der hervorgewölbten Zelle u_1 an, so dass die abgetrennte calottenförmige Zelle, welche wir als zukünftige Vegetationsspitze des Blattes mit v' bezeichnen, weder mit den benachbarten Zellen u_2 und u_3, noch auch mit den über und unter dem Sprossknoten gelegenen Internodialzellen in directer Berührung steht. Der nach rückwärts gelegene Abschnitt der Zelle u_1 dagegen, wir wollen ihn als erstes Blattglied g' nennen, wird im Innern des Stammknotens von diesen vier Zellen und von den stammeigenen Zellen begrenzt und besitzt ausserdem noch nach aussen zu ein zonenförmiges Stück freier Oberfläche, welches nach oben zwischen dem nächst oberen Stamminternodium und der Zelle v' breiter ist als seitlich und unten, wo die Zelle v' den benachbarten peripherischen Knotenzellen u_2 und u_3 und dem nächst untern Stamminternodium ziemlich nahe gerückt ist. Wenn wir die Zelle u_1 als die Urscheitelzelle des Blattes I ansehen, so entspricht das Auftreten der ersten Wand, welches in Gestalt einer Gleichung lautet $u_1 = v' + g'$ dem Theilungsvorgang der Stammscheitelzelle, den wir oben durch die Formel $V = v + g$ ausgedrückt haben. In der That verhält sich die Zelle v' auch hier ähnlich wie die Scheitelzelle des Stammes, indem sie sich zunächst nach dem Gesetze $V = v + (k + i)$ weitertheilt, später freilich wird die Vegetationskraft des Scheitels schwächer, so dass nur noch Theilungen nach der Formel $V = v + g$ zustande kommen, und endlich verliert die Scheitelzelle überhaupt ihre Theilbarkeit und wächst zur Dauerzelle aus.

Gemäss dem für die Vegetationsspitze des Sprosses geltenden Theilungsgesetz $g = (k + i)$ sollten wir erwarten, dass in der aus der Zelle u_1 hervorgegangenen Zelle g' zunächst wieder eine Theilung stattfände, durch welche eine Knotenzelle und eine Internodialzelle gebildet würden. Dieser Theilungsvorgang unterbleibt aber in dem untersten Blattglied, vielmehr verhält sich die Zelle g' direct wie eine Knotenzelle, indem sie sich, wie wir sehen werden, in stammeigene und peripherische Zellen zertheilt. Bevor wir indes diesen Vorgang verfolgen, muss ich noch auf eine Formänderung aufmerk-

sam machen, welche die Zelle g' durch das Flächenwachsthum ihrer Wände im Zusammenhang mit der Ausdehnung der sie begrenzenden Zellen erfährt. Die Figur 31*A* stellt einen Längsschnitt durch eine Sprossspitze dar, an welcher die Zelle u_1 des zweiten Knotens bereits die erste oben beschriebene Theilung erfahren hat. Der Schnitt ist so geführt, dass er die aus der Zelle u_1 hervorgegangenen Zellen v' und g' senkrecht halbirt. Wir haben also und zwar an der linken Seite der Figur den Längsschnitt der Anlage des Blattes I vor uns. In Figur 31*B* ist der Längsschnitt eines älteren Knotens bei schwächerer Vergrösserung gezeichnet, in welchem alle entsprechenden Theile in gleicher Weise orientirt sind. Durch Vergleichung beider Figuren erkennen wir, dass das obere Ende des unterhalb des Knotens liegenden Internodiums, welches anfangs nur flach gewölbt ist, später, indem

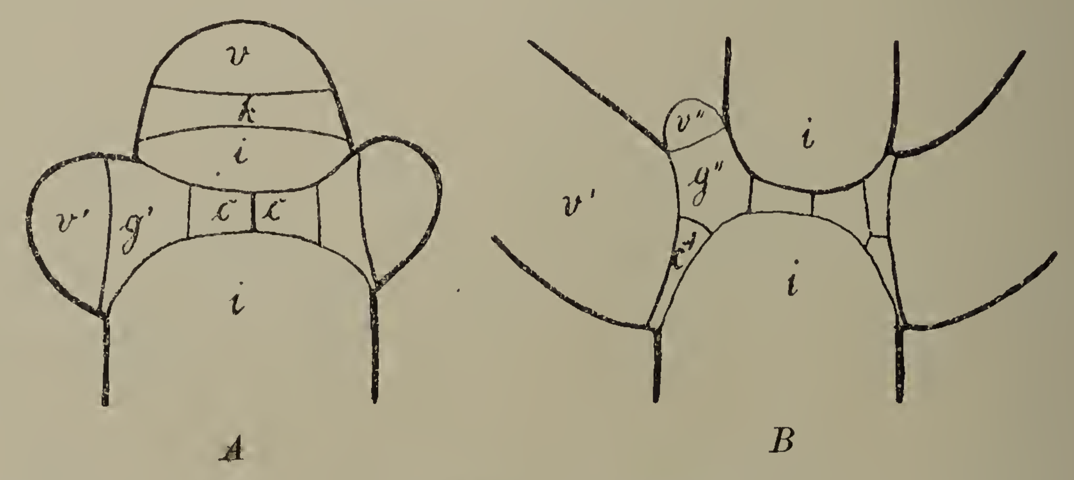


Fig. 31. Nitella gracilis. *A* medianer Längsschnitt einer Sprossspitze, 450/1. *B* medianer Längsschnitt eines älteren Knotens, 220/1. Beide Schnitte halbiren das Blatt I der getroffenen Knoten. *v* Scheitelzelle, *k* Knotenzelle, *i* Internodium des Hauptsprosses; *v'* Scheitelzelle, *g'* Gliederzelle, *c'* centrale Knotenzelle des Blattes; *v''* Scheitelzelle, *g''* Gliederzelle des Achselsprosses.

es sich streckt und an Umfang zunimmt, mehr kuppelförmig abgerundet wird. Dadurch wird der untere Rand der Ansatzstelle der Blattanlage herabgerückt, der flache Theil der Zelle g', welcher zwischen dem untern Internodium und der ersten Theilungswand von u_1 liegt, gewinnt an Umfang. In radialer Richtung von vorne gesehen erscheint die Blattanlage annähernd kreisförmig. Im Jugendzustande liegt der kreisförmige Umfang annähernd mitten vor der anstossenden Centralzelle des Sprossknotens, später erscheint derselbe nach unten auf das Internodium herabgerückt, so dass die anstossende Centralzelle bei tiefer Einstellung in der oberen Hälfte des Umkreises erscheint.

Das Gesetz, nach welchem die Zertheilung der oberen Blattknoten erfolgt, weicht von dem entsprechenden Gesetz der Stammtheilung dadurch nicht unwesentlich ab, dass die Halbirungswand, welche im

Stammknoten den Theilungsprocess einleitet, hier nicht auftritt. Vielmehr werden von der Knotenzelle direct die peripherischen Zellen abgeschnitten und zwar die erste derselben stets an der dem Spross zugewendeten Seite des Blattes. Die übrigen abwechselnd rechts und links neben der ersten, so dass auch hier die zuletzt gebildeten peripherischen Zellen der ersten gegenüber am Knotenumfang liegen. Sehr häufig schreitet die Ausbildung der peripherischen Zellen in den Blattknoten nicht ganz rings um das Blatt herum fort, so dass also der Kranz der peripherischen Zellen offen bleibt und das Reststück der ursprünglichen Knotenzelle auf der vom Spross abgewendeten Seite des Blattes noch bis an den Umfang des Knotens reicht. Wir können das Gesetz für die Zertheilung der oberen Blattknoten entsprechend der früher gewählten Bezeichnungsweise ausdrücken durch die Gleichung $k' = c' + u'_1 + u'_2 + \ldots u'_n$.

Dieses Gesetz gilt bei Nitella gracilis in seinem ganzen Umfange auch für die als erster Blattknoten anzusehende Zelle *g'* des Blattes I. Die erste Theilungswand verläuft nämlich in der von vorne kreisförmig erscheinenden Zelle schwach nach unten ausgebogen von links nach rechts und trennt dadurch eine obere Zelle u'_1 von dem Rest der Knotenzelle ab. Nach rückwärts verläuft diese Wand etwas schräg abwärts und setzt sich ganz an die Wand des untern Internodiums an, so dass also der Theil der Zelle *g'*, welcher mit den Centralzellen des Stammknotens in Berührung steht, ganz zur Zelle u'_1 wird, während als Reststück des sich theilenden Blattknotens nur das untere flache Stück der Zelle *g'* übrig bleibt, welches in dem herabgerückten Blattgrunde zwischen der ersten Theilungswand des Blattes und der Oberfläche der Internodialzelle gelegen ist. Dieses Reststück theilt sich nach dem obigen Gesetz weiter, indem gewöhnlich sowohl links als auch rechts noch eine Zelle u'_2, u'_3 durch Wände abgeschnitten werden, welche von der Zelle u'_1 ausgehend, schwach bogenförmig zum Umfang des Blattknotens verlaufen. Bisweilen wird noch links oder rechts eine weitere Zelle u'_4 in ähnlicher Weise gebildet. Damit ist denn aber die Theilung des Knotens beendet. Der Ring der peripherischen Zellen schliesst sich nach unten nicht, die Restzelle *c'* reicht also nach unten bis an den Umfang des Knotens. Um den nunmehr erreichten Stand der Theilung des Basilarknotens durch naturgetreue Darstellung von Präparaten zu demonstriren, würde es nötig sein, ganze Serien von Längs- und Querschnitten zu zeichnen, durch deren Combination erst die Erkennung der räumlichen Verhältnisse dem Leser ermöglicht wäre; ich ziehe es desshalb

vor, hier durch eine schematisirte Figur die räumlichen Verhältnisse direct zur Anschauung zu bringen. Die Figur 32*A* stellt einen jungen Sprossknoten dar, welcher so orientirt ist, dass das zu untersuchende Segment u_1 oder vielmehr das aus demselben hervorgegangene Blatt I genau nach vorne zum Beschauer gerichtet ist. Die erste Theilungswand der Blattanlage, durch welche die Blattanlage in die Zellen v' und g' zerlegt wurde, fällt also in die Ebene der Zeichnung. Die durch diese Wand abgetrennte Blattspitze ist fortgeschnitten, so dass man die Zelle g' oder vielmehr die aus ihr hervorgegangene Zellscheibe direct vor sich hat. Der doppelt contourirte Kreis in der Mitte der Figur ist der Umriss der Stelle, an welcher die Blattspitze abgetrennt wurde. Man blickt durch den Kreis wie durch ein Fenster

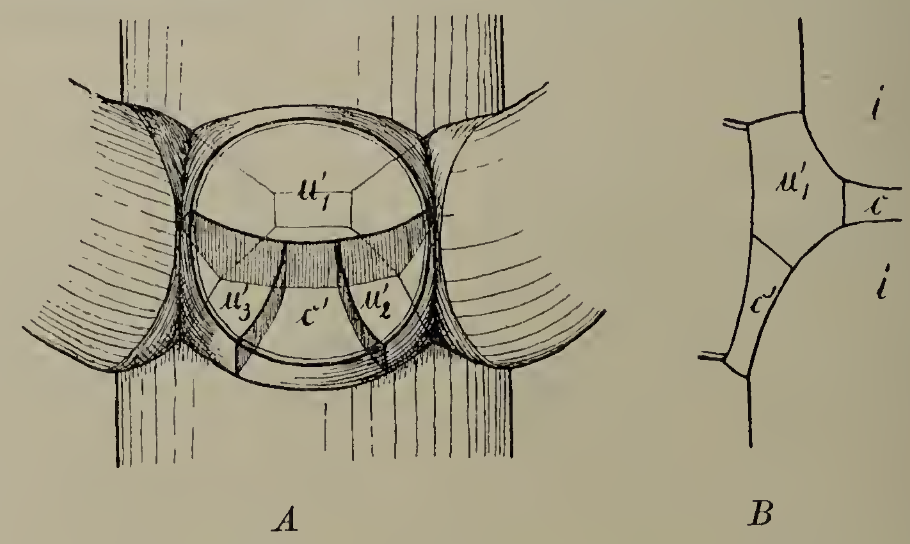


Fig. 32. Schema der Zelltheilung des Basalknotens des Blattes I an einem Sprossknoten von Nitella gracilis. *A* Vorderansicht, *B* Medianschnitt der Blattbasis. *i* Internodien, *c* Centralzelle des Hauptsprosses, *u'* peripherische Zellen, *c'* Centralzelle des basalen Blattknotens.

in den der Zelle g' entsprechenden Raum. In demselben sind drei schraffirte Wände gezeichnet. Die eine derselben, welche von links nach rechts verläuft, wurde zuerst gebildet und schnitt die Zelle u'_1 von dem Reststück ab. Im letzteren treten nacheinander die beiden weiteren schraffirt gezeichneten Wände auf, wodurch die Zellen u'_2 und u'_3 und als Rest der ursprünglichen Knotenzelle die Zelle c' gebildet werden. Die Zelle u'_1 nimmt den grössten Teil und zugleich den dicksten Teil der Knotenscheibe ein. In ihrem Grunde erkennt man die rechteckige Wand, an welcher sie mit einer der centralen Zellen des Stammknotens in Berührung steht. Das Tiefenverhältniss der einzelnen Zellen veranschaulicht die Figur 32*B*. Dieselbe stellt einen in Beziehung zur Hauptachse radialen Längsschnitt dar, welcher die Anlage des Blattes I median getroffen hat. *c* ist eine der centralen Zellen des Stammknoten, *i i* sind die benachbarten Stamm-

internodien. Von der Blattanlage ist nur die Basis gezeichnet. Die Zellen u'_1 und c' entsprechen den in der Figur 32 *A* gleichbezeichneten Zellen.

Wir beschränken uns nun bei der Schilderung der weiteren Entwickelung zunächst wieder auf das erste Segment des Basalknotens des ersten Blattes auf die Zelle u', welche wir ihrem weiteren Verhalten nach als die Urscheitelzelle des normalen Achselsprosses anzusehen haben. Die nach oben gelegene Partie der schmalen bandförmigen Aussenwand dieser Zelle wölbt sich nämlich in dem Winkel zwischen Blatt und Hauptspross als halbkugeliges Höckerchen nach oben vor. Durch eine annähernd horizontale Querwand wird alsbald der scheitelartig vorragende Gipfel der Zelle abgetrennt. Wir haben hier offenbar zunächst wieder eine Theilung nach dem Gesetz $\mathrm{V} = \mathrm{v} + \mathrm{g}$ vor uns und können dementsprechend die obere Zelle als v'', die untere als g'' bezeichnen, wie das auch in der Fig. 31 *B* auf Seite 174 geschehen ist.

An den abnormen Sprossen der Nitella gracilis blieb die Anlage des Achselsprosses häufig in diesem Stadium stehen, wie ja die Fig. 31 *B* zeigt, welche von einem ziemlich erwachsenen Knoten stammt und wie auch aus den Querschnittbildern von verschieden alten Sprossknoten in Fig. 30 auf Seite 172 hervorgeht. Ueberall ist dort an der Basis des Blattes I nur eine Zelle sichtbar, eben die Zelle g''.

Die Zelle v'' verhält sich, wenn sie überhaupt zu weiterer Entwickelung gelangt, genau so wie der Scheitel des Hauptsprosses. Ihr unbegrenzt sich wiederholender Theilungsprocess folgt stets dem Gesetz

$$\begin{aligned} \mathrm{V} &= \mathrm{v} + \mathrm{g} \\ &= \mathrm{v} + (\mathrm{k} + \mathrm{i}) \end{aligned}$$

und die Knotenzellen, welche bei diesem Theilungsprocess gebildet werden, wiederholen genau die Theilungsvorgänge in dem Knoten des Hauptsprosses nach dem Gesetze

$$\begin{aligned} \mathrm{k} &= \mathrm{hr} + \mathrm{hl} \\ &= (\mathrm{cr} + \mathrm{cl}) + (\mathrm{u}_1 + \,.\,\,.\, + \mathrm{u}_{2n}) \end{aligned}$$

Was nun das Schicksal der Zelle g'' anbetrifft, so wird man nach der Analogie mit dem Hauptspross auch hier zunächst eine Theilung nach dem Gesetz $\mathrm{g} = \mathrm{k} + \mathrm{i}$ erwarten, dieselbe unterbleibt aber hier ebenso wie in der untersten Gliederzelle g' des Blattes, so dass also die Zelle g'' direct zum basalen Knoten des Achselsprosses wird. Sie theilt sich dementsprechend durch eine Halbirungswand, welche in der Medianebene des Tragblattes liegt. Von den beiden Theil-

zellen, die nach der Analogie als hr'' und $h''l$ bezeichnet werden müssen, werden nun peripherische Zellen u'' abgetrennt und zwar in analoger Weise wie bei den Knoten des Hauptsprosses, so dass ein geschlossener Kranz von Zellen entsteht. Wir nummeriren diese Zellen von der zum Blatt gewendeten Seite der Halbirungswand anfangend abwechselnd rechts und links als u_1'' u_2'' u. s. f. und constatiren, dass auch hier das Theilungsgesetz der Hauptsprossknoten auf's Genaueste die Zelltheilung beherrscht. Die Zellen u'' sind nach der Analogie als Urzellen seitlicher Organe anzusehen und der Entwickelungsgang, den sie unter gewissen äusseren Bedingungen einschlagen, beweist direct, dass ihnen die Natur von Vegetationspunkten eigen ist. Normaler Weise indessen verharren die Zellen in dem Basilarknoten in der Vegetationsperiode, in welcher sie gebildet wurden, in einem Ruhestadium.

Wir unterbrechen desshalb hier zunächst die Schilderung des Entwickelungsganges und wenden uns für einen Augenblick den Schwesterzellen des bisher betrachteten Segmentes u'_1 im Basilarknoten des Blattes I zu. Im Allgemeinen stehen die Zellen u'_2, u'_3 in der Entwickelungsfäkigkeit weit hinter u'_1 zurück. Nur in seltenen Ausnahmefällen können sie einem Sprossvegetationspunkte den Ursprung geben. Ich habe diesen Fall an meinem Untersuchungsmaterial nur ein einziges Mal beobachtet. Die Entwickelung ist dann der Entwickelung des Segmentes u'_1 im Allgemeinen ähnlich. Der halbkugelig vorgewölbte freie Gipfel der Zelle wird als Scheitelzelle durch eine Querwand abgetrennt. Der im Blattknoten steckende Theil der ursprünglichen Zelle wird zum Basalknoten des so angelegten Sprosses, und theilt sich zunächst durch eine Halbirungswand. In der Mehrzahl der Fälle unterbleibt bei den Zellen u'_2, u'_3 die Abschneidung einer Sprossscheitelzelle. Die Zelle wird vielmehr direct zur Knotenzelle, welche sich entweder nach dem Auftreten einer Halbirungswand oder direct durch Abtrennung vereinzelter peripherischer Zellen weitertheilt. In vielen Fällen bleiben diese Zellen überhaupt ungetheilt und unverändert im Blattknoten erhalten.

Alle Knotenzellen, deren Entwickelung wir bisher geschildert haben, waren aus dem einen Segment u_1 des Hauptsprossknotens hervorgegangen. Wir haben nun noch die Aufgabe, auch den Entwickelungsgang der übrigen Blatturzellen u_2, u_3 u. s. w. im Hauptsprossknoten kennen zu lernen.

Gewöhnlich ist die Gesammtzahl der Blatturzellen in den Sprossknoten von Nitella gracilis sechs und auch an den verarmten Sprossen

in meinen Culturen blieb diese Zahl durchweg erhalten. In den Zellen u_2 bis u_6 wird nun ebenso wie bei u_1, nachdem sich die Aussenwand papillenförmig hervorgewölbt hat, durch eine senkrechte Wand die Blattspitze v' von dem basalen Glied g' abgetrennt. Die Weiterentwickelung der ersteren erfolgt in derselben Weise, welche für die entsprechende Zelle v' des Segmentes u_1 auf Seite 173 geschildert worden ist. Hier wie dort wird ferner die Zelle g' direct zur Knotenzelle, von welcher, wie in allen Blattknoten, direct peripherische Zellen u' abgetrennt werden, ohne dass eine Zweitheilung des Knotens durch eine Halbirungswand voraufgeht. Die zuerst abgetrennte peripherische Zelle u'_1 liegt auch hier stets nach oben. An dieselbe schliessen sich seitlich rechts und links eine oder mehrere peripherische Zellen in bekannter Weise an. Der Kranz der peripherischen Zellen wird aber nicht geschlossen, so dass das Reststück der ursprünglichen Knotenzelle wie in dem Basalknoten des Blattes I nach unten bis an den Umfang des Knotens reicht.

Besteht also in den ersten Theilungsschnitten der Blatturzellen und in der Weiterentwickelung der Vegetationsspitze v' zwischen Blatt I und den übrigen Blattanlagen volle Uebereinstimmung, so zeigt sich dagegen in dem weiteren Verhalten des Abschnittes u'_1 in den Basalknoten der letzteren ein wesentlicher Unterschied, indem die Ausbildung einer Sprossscheitelzelle aus diesem Segmente unterbleibt. Die Zelle u'_1 theilt sich vielmehr in der Regel in allen übrigen Blattbasen direct durch eine mediane Halbirungswand. Von den dadurch gebildeten Zellen h'' werden bisweilen einzelne Zellen abgetrennt, und zwar ist bei dieser Theilung in den Blattbasen, welche dem Blatt I, benachbart sind, gewöhnlich diejenige Halbirungszelle bevorzugt, welche von Blatt I abgewendet liegt.

Die von den Halbirungszellen abgetrennten Zellen sind als peripherische Knotenzellen u'' anzusehen und können dementsprechend unter bestimmten Umständen weitere Entwickelung erfahren. Gelegentlich, wenn auch selten, werden wohl auch von den übrigen Zellen u' eines Basalknotens entweder nach dem Auftreten einer Halbirungswand oder direct noch einzelne peripherische Zellen abgeschnitten, welche dann nach Lage der Verhältnisse gleichfalls weiteren Wachsthums fähig sind.

Da die Weiterentwickelung der Vegetationspunkte im Knoten nicht immer und nur unter bestimmten äusseren Bedingungen vor sich geht, so kann man das Stadium, welches die Ausbildung des Knotens und seiner Abkömmmlinge in dem bisher geschilderten Entwickelungsgange erreichte, als den normalen Zustand des Vegetationsapparates

bezeichnen, welcher im natürlichen Verlauf der Dinge eine gewisse Stabilität besitzt.

Ich halte es für nöthig, dieses Stadium als den Ausgang für die beabsichtigte Untersuchung über die Entstehung der adventiven Gebilde am Sprosskoten dem Leser in einigen nach der Natur gezeichneten Abbildungon vor Augen zu führen.

In Figur 33 sind die Blasalknoten der sechs Blätter eines Sprossknotens in ihrer bezüglichen Lage nebeneinander gezeichnet, etwa so, als ob der Umfang des Sprossknotens zwischen Blatt V und VI durchgetrennt und bandförmig abgerollt wäre. Selbstverständlich lässt sich diese Manipulation nicht in Wirklichkeit ausführen, weil die Zellen des Knotenumfanges unter einander und durch Vermittelung der stammeigenen Knotenzellen zu einem festen Complex verbunden sind. Die

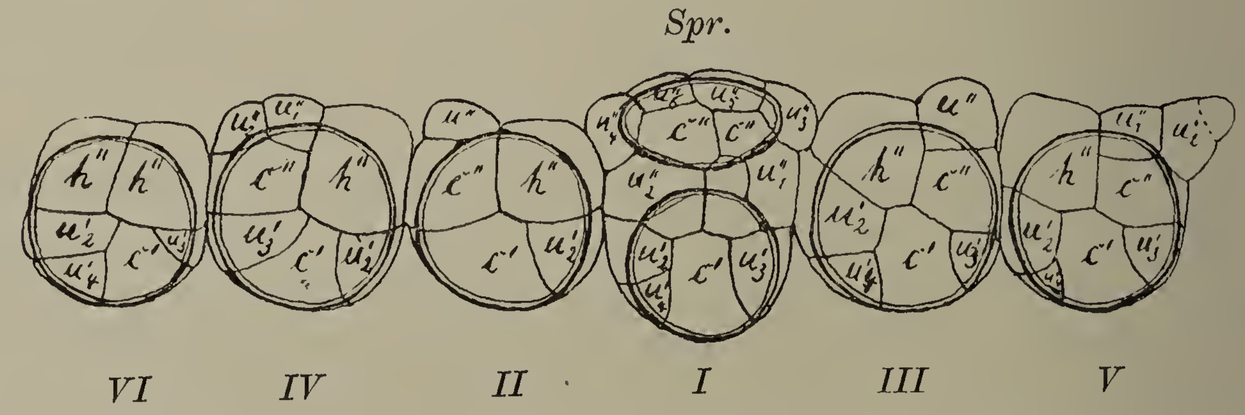


Fig. 33. Nitella gracilis. *I—VI* die sechs Basalknoten der Blätter eines Sprosskotens. *Spr.* Basalknoten des Achselsprosses. Die Erklärung der Bezeichnungen der einzelnen Zellen ist im Text gegeben.

Figur wurde vielmehr in anderer Weise hergestellt. Von einem Sprossknoten wurden sämmtliche Blätter fortpräparirt, was verhältnissmässig leicht gelingt, wenn man vorher Eau de Javelle einwirken lässt. Der entblösste Sprossabschnitt liess sich in dem mit etwas Glycerin versetzten Wassertropfen des Präparates durch Verschiebung des Deckglases leicht drehen, so dass nach einander die einzelnen Blattbasen gezeichnet werden konnten, und endlich wurden die einzelnen Zeichnungen in der natürlichen Reihenfolge aneinandergefügt. Der Basalknoten des Blattes VI zeigt die einfachste Zertheilung. Nach oben zu liegen in demselben zwei Zellen h'', welche durch das Auftreten einer Halbirungswand aus der ersten peripherischen Zelle u'_1 dieses Knotens hervorgegangen sind. Nach unten zu schliessen sich links und rechts an dieses Zellenpaar die peripherischen Zellen u'_2 und u'_3 des Blattknotens an und neben der ersteren ist noch eine weitere peripherische Zelle u'_4 entstanden. Vielleicht auch sind die als u'_2 und u'_4 bezeichneten Zellen die Halbirungszellen einer Zelle u'_2, das lässt sich im

fertigen Zustande nicht sicher entscheiden. Das Reststück der primären Knotenzelle ist die mit c' bezeichnete, unten bis an den Umfang der Knotenzelle reichende Zelle. Sehr ähnlich ist der Basalknoten des Blattes III beschaffen, nur hat sich dort die eine der aus dem Segment u'_1 hervorgegangenen Halbirungszellen schon weiter getheilt, so dass eine peripherische Zelle u'' und eine Restzelle c'' resultirten. Auch bei Blatt II ist die eine Halbirungszelle des Segmentes u_1 in gleicher Weise zerlegt. Im übrigen aber ist die Zertheilung des Knotens hier nur gering, indem ausser den aus dem Segment u'_1 hervorgegangenen Zellen nur noch eine einzige peripherische Zelle u'_2 vorhanden und das Reststück der Knotenzelle c' verhältnissmässig gross geblieben ist. In den Blattbasen IV und V, die im übrigen nichts Abweichendes zeigen, sind von der einen Halbirungszelle des ersten Segmentes je zwei peripherische Zellen u'' abgeschnitten worden, von denen die eine bei Blatt V schon weiter getheilt ist. In dem Basalknoten des Blattes I sind wie bei den meisten übrigen im Ganzen vier Zellen u' abgeschnitten worden, von denen die drei letzten unverändert neben dem Reststück c' liegen. Aus den ersten aber ist der ganze Achselspross hervorgegangen, in dessen Basalknoten zwei centrale Reststücke c'' und ein Kranz von peripherischen Zellen u'' zu erkennen sind.

Durch Vermittelung der Bezeichnung der Zellen in Figur 33 wird es leicht sein, die Figuren 34 *A*, *B* und *C* zu verstehen, welche einen andern Sprossknoten in ungefähr gleichem Ausbildungsstadium in drei verschiedenen Ansichten darstellen. Auch bei dem in dieser Figur gezeichneten Sprossknoten waren die Blätter fortpräparirt, das untere Internodium des Achselsprosses dagegen war erhalten geblieben, bei *B* ist es der Deutlichkeit wegen fortgelassen. Die Figur 34 *B* gewährt besonders deutlichen Einblick in den aus dem Segment u'_1 des Blattes I hervorgegangenen Basalknoten des Seitensprosses, was darauf beruht, dass hier die obere Internodialzelle des Hauptsprosses sich unten abnorm verbreitert hat, so dass der sonst meist schräg aufwärts gerichtete Seitenspross zur Seite gedrängt ist und sein Basalknoten in der Seitenansicht des Hauptsprosses direct von oben gesehen wird. Das Blatt I ist dadurch ein wenig mehr als gewöhnlich nach abwärts gedrängt worden.

Wir haben nunmehr für Nitella gracilis die Aufgabe erledigt, deren Lösung in der Einleitung als unerlässliche Vorbedingung für das Studium des Ursprungs der Adventivgebilde bezeichnet wurde. Wir haben jede einzelne Zelle des Knotens auf ihren Ursprung und

morphologischen Werth zurückgeführt und die eingeführte Bezeichnungsweise gestattet uns, den Werth und die Lage jeder Zelle eines Knotens in dem betreffenden Entwickelungsstadium durch ein kurzes Zeichen auszudrücken.

Ich möchte nun, bevor ich die Darstellung der Entwickelung des Knotens weiterführe, an der Hand der Figuren 33 und 34 noch einmal auf die bereits kurz erwähnte Correlation zwischen den Blattbasen aufmerksam machen. Die Zertheilung des Basalknoten jedes Blattes schreitet in der Regel an der Seite am frühesten und am weitesten fort, welche dem Blatt I zugewendet ist. So liegt im Blatt II Figur 33 die einzige, ausser dem bereits halbirten ersten Segment gebildete peripherische Zelle u'_2 an der rechten Seite; bei den Blättern

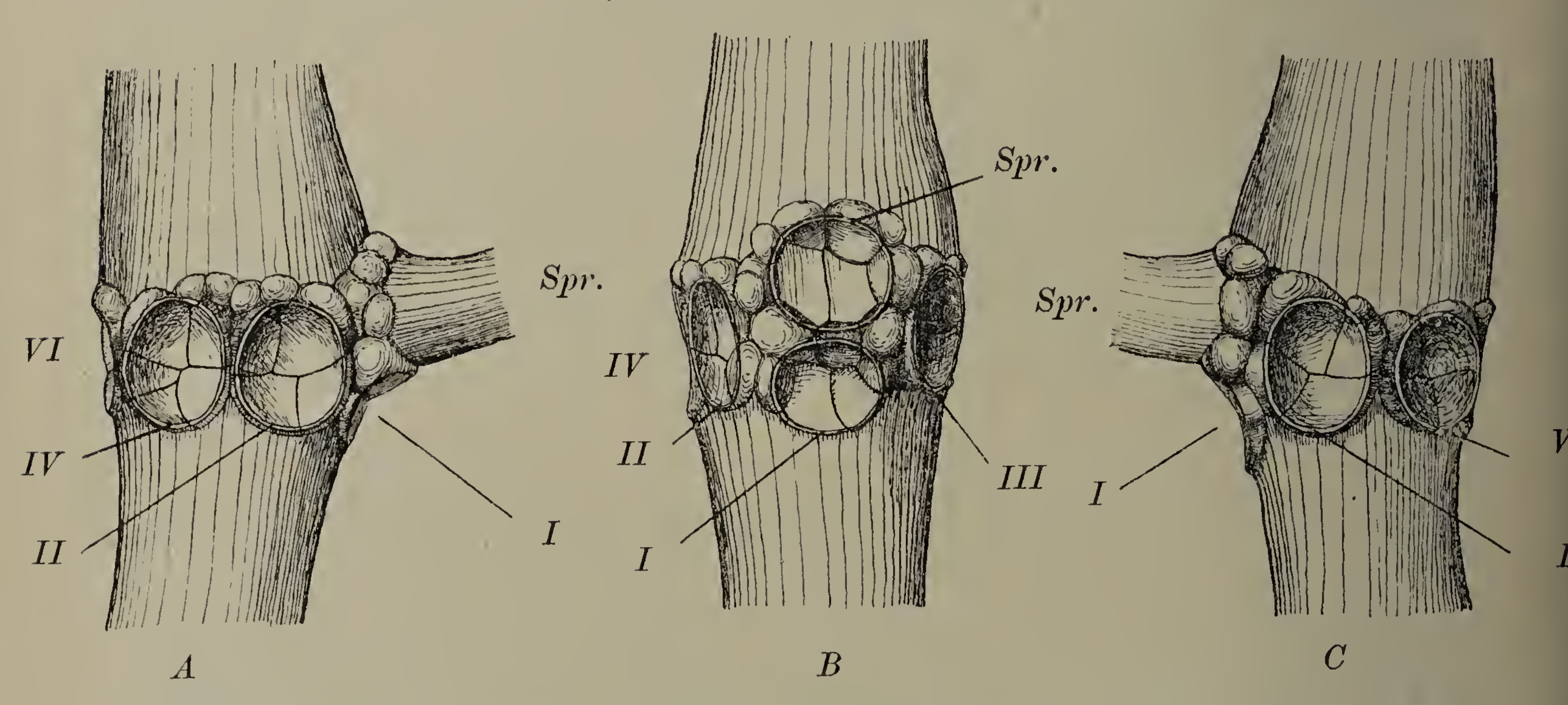


Fig. 34. Nitella gracilis. Ein älterer Sprossknoten; *A* von links, *B* von vorne, *C* von rechts gesehen. Die Blätter sind bis auf den Basalknoten fortpräparirt. *I—VI* die Basalknoten der entsprechenden Blätter. *Spr.* der Achselspross. 80/1.

III und V in Figur 33 sind auf der linken Seite je zwei weitere peripherische Zellen u'_2 und u'_4 gebildet worden, während an der rechten vom Blatt I abgewendeten Seite nur je eine Zelle u'_3 entstand. Die Basis des Blattes IV lässt den Einfluss der Lage nur undeutlich erkennen, Blatt VI, welches dem Blatt I annähernd gegenüber am Sprossumfange liegt, verhält sich ebenso wie die Blätter III und V. Entgegen diesem Verhalten des Basalknotens der Blätter, zeigt von den beiden Halbirungszellen h'' des ersten Segmentes u'_1 gewöhnlich diejenige am frühesten die weitgehendste Zertheilung, welche von dem Blatt I abgewendet liegt. In dem in Figur 33 dargestellten Falle ist diese Regel ausnahmslos bestätigt. In Figur 34*A* zeigt nur das

Blatt IV ein abweichendes Verhalten, indem von den Theilzellen des ersten Segmentes die linke ungetheilt ist, während die rechte zum Blatt I hingewendet bereits zwei peripherische Zellen aufweist.

Die accessorischen Gebilde, welche am Sprossknoten von Nitella gracilis neben dem normalen Achselspross auftreten können, sind weitere Seitensprosse und Haarwurzeln. Zweigvorkeime habe ich bei dieser Art nicht auftreten sehen. Ganz allgemein fand ich an normal entwickelten Knoten oft schon in einem verhältnissmässig frühen Entwicklungsstadium eine weitere Sprossanlage neben dem Achselspross des Blattes I vor. Dieselbe nahm, wie unschwer festgestellt werden konnte, seinen Ursprung aus dem Basalknoten des normalen Achselsprosses, in welchem ja, wie wir gesehen haben, ein Kranz von peripherischen Zellen u'' angelegt wird. Nach der Analogie dürfte man erwarten, dass eine der neben der Halbirungswand gelegenen Zellen u'' als erstes Segment das zur Weiterentwickelung meist geeignete sei und in der That habe ich wenigstens in einem sicher beobachteten Fall den accessorischen Spross aus der der Zelle u''_1 in Figur 33 entsprechenden Zelle der Achselsprossbasis hervorgehen sehen. Gewöhnlich aber ist eine der seitlich gelegenen Zellen u''_3 oder u''_4, und zwar am häufigsten die letztere, die meist begünstigte. Es schien mir dies damit im Zusammenhang zu stehen, dass diese Zellen die grössere freie Oberfläche besitzen, und dass sie auch entsprechend der Form der ursprünglichen Knotenzelle u'_1 und ihrer Halbirungszellen mit der grösseren Fläche mit der Zelle c'', von welcher aus die Ernährung der Anlage erfolgt, in Berührung stehen. Am häufigsten steht also der accessorische Spross links von dem normalen Achselspross. Er entwickelt sich aus der Zelle u''_4 oder aus einer Schwesterzelle derselben, genau in derselben Weise, wie der normale Achselspross aus dem Segment u'_1 des Blattknotens I hervorgeht. Nachdem die papillenförmige Vorwölbung der Zelle durch eine horizontale Wand als Vegetationspunkt v''' abgetrennt worden ist, zertheilt sich das untere Stück als Basilarknoten in centrale und peripherische Zellen. Die Vegetationsspitze v''' folgt fortan dem Theilungsgesetz der Hauptsprossachse. Durch das Wachsthum der Zellen im Basalknoten des accessorischen Sprosses wird gewöhnlich die Basis des normalen Achselsprosses nach rechts hinüber geschoben, so dass am erwachsenen Knoten der normale Seitenspross von oben gesehen nicht genau in der Mediane des Tragblattes erscheint. Dieser Fall ist in der übrigens wohl leicht verständlichen Figur 35 dargestellt. Wo der accessorische Spross rechts vom Achselspross steht, findet natürlich die entsprechende

Verschiebung nach der entgegengesetzten Seite statt, so dass die Angabe M. Braun's, nach welcher der Achselspross bei den Nitellen stets zum Blatt III hin verschoben sein müsste, für Nitella gracilis nur bedingungsweise richtig ist.

An üppig entwickelten Sprossknoten fand ich in einzelnen Fällen neben dem soeben beschriebenen accessorischen Spross einen zweiten, der gleichfalls aus einer peripherischen Zelle *u''* der Basis des normalen Achselsprosses entsprang. Die nicht zum accessorischen Spross auswachsenden peripherischen Zellen im Basalknoten des normalen Achselsprosses theilen sich, wenn überhaupt eine Weiterentwickelung stattfindet, in einfacher Weise, indem von ihnen wiederum peripherische

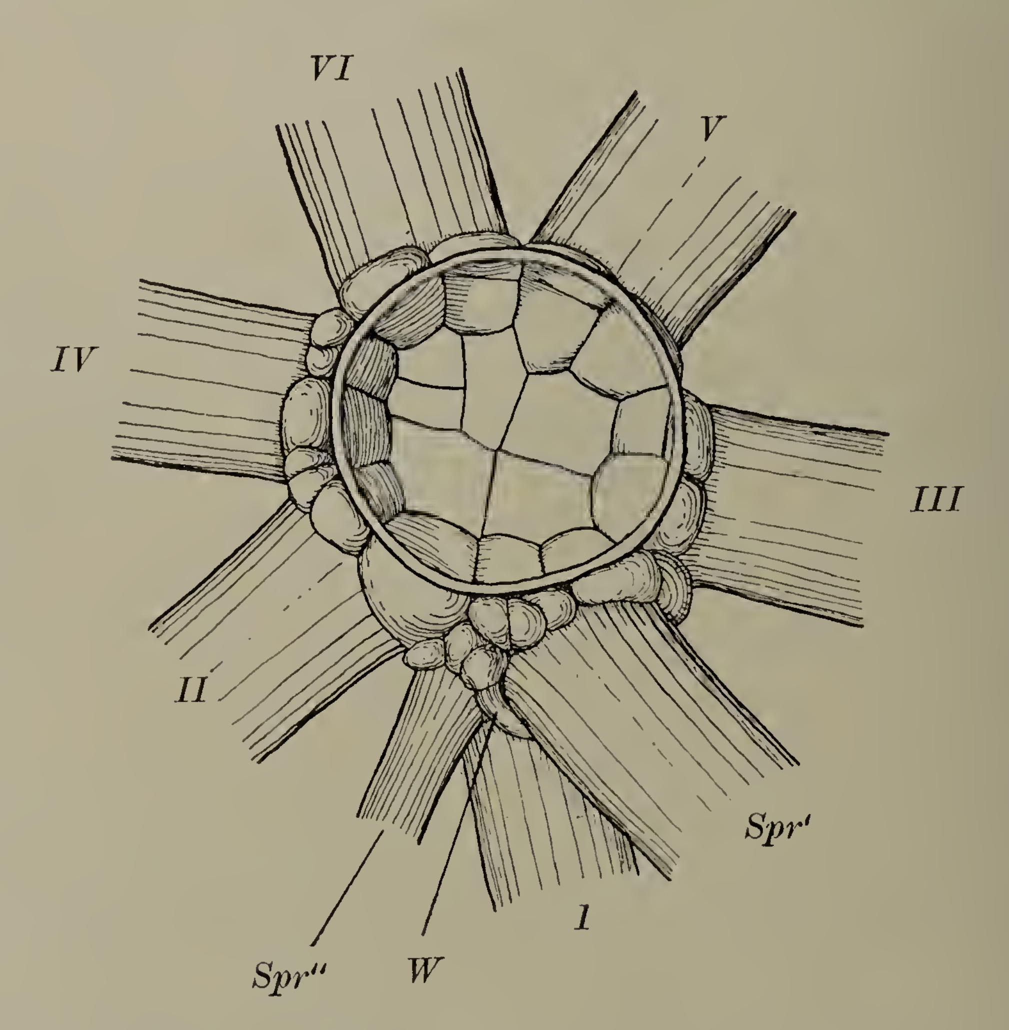


Fig. 35. Nitella gracilis. Aelterer Sprossknoten von oben gesehen. *I—VI* die Blätter des Quirls. *Spr'* der normale Achselspross. *Spr''* ein accessorischer Spross aus dem Basalknoten des normalen Achselsprosses. *W* Haarwurzel. 85/1.

Zellen abgeschnitten werden. Gegenüber der meist begünstigten Schwesterzelle, welche den accessorischen Spross liefert, ist ihr Verhalten charakterisirt durch die Unterdrückung der horizontalen Wand, durch welche bei jener der Vegetationsscheitel abgeschnitten wird. Die Zellen werden direct zu Knotenzellen, welche in eine unregelmässige Zahl kleiner peripherischer Zellen und in ein Reststück zerfallen.

Wir haben hier die nämliche Verschiedenheit wie bei den peripherischen Zellen des Basalknotens des ersten Blattes. Auch dort hat nur die eine Zelle u'_1 die Fähigkeit, einen Sprossvegetationspunkt zu erzeugen. Die übrigen u'_2, u'_3 . . . bleiben entweder überhaupt ungetheilt und ohne weitere Entwickelung oder es werden von ihnen direct kleinere peripherische Zellen abgetrennt. Eine Zwischenstufe gewissermaassen zwischen den beiden Fällen, welche durch die Zelle u'_1 und ihre Schwesterzellen im ersten Basilarknoten repräsentirt werden, bieten die Zellen u'_1 der übrigen Blattbasen dar. Ihnen fehlt wenigstens normaler Weise gleichfalls schon die Fähigkeit, einen Sprossvegetationspunkt durch eine horizontale Wand abzuschneiden, aber es wird in ihnen bevor die Abtrennung von peripherischen Zellen höherer Ordnung erfolgt, zunächst noch wie in den Sprossknoten eine Halbirungswand gebildet.

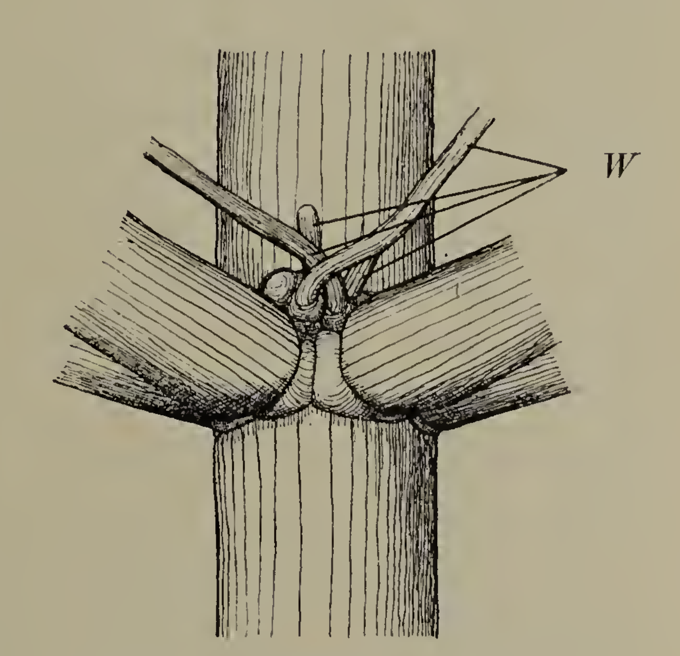


Fig. 36. Nitella gracilis. Sprossknoten von der Rückseite gesehen. Aus dem Basalknoten zweier benachbarter Blätter haben sich vier Wurzelfäden W entwickelt.

Ich habe noch einer Gruppe von Zellen zu gedenken, welche noch peripherische Zellen höherer Ordnung liefern kann, nämlich die peripherischen Zellen in dem Basalknoten des accessorischen Sprosses; auch sie theilen sich, wenn überhaupt, meist ohne Ausbildung einer Sprossscheitelzelle und ohne Auftreten einer Halbirungswand, indem eine oder einige peripherische Zellen von dem Reststück abgetrennt werden, bisweilen wird indessen aus einer peripherischen Zelle des Basalknotens des ersten accessorischen Sprosses ein accessorischer Spross höherer Ordnung gebildet.

Alle die zahlreichen peripherischen Zellen höherer Ordnungen nun, die wir aus den nicht zu Sprossscheiteln werdenden peripherischen Zellen hervorgehen sahen, können zu Wurzelfäden auswachsen. Bevorzugt sind dabei in der Regel diejenigen, welche in der Nachbarschaft der sich entwickelnden Vegetationspunkte befinden, so entspringt z. B. in der Figur 35 die einzige bisher gebildete Haarwurzel W aus der Basis des accesorischen Sprosses. In der Figur 36 dagegen sehen wir auf der vom Achselspross abgewendeten Seite des 1 Hauptsprossknotens aus der Basis zweier Blätter und zwar aus den Zellen u''

der einen Halbirungszelle des ersten Segmentes u'_1 vier Wurzelhaare hervorgehen. Die ausgesprochene Förderung der Oberseite des Basalknotens der Blätter bringt es mit sich, dass alle entwickelungsfähigen Zellen an dieser Seite liegen und so sehen wir denn auch alle Haarwurzeln, wie gross die Zahl derselben auch sein mag, stets aus dem Innern des Blattwirtels hervorkommen, den Fall, dass eine der Restzellen c'; c'' u. s. f., auch wenn sie mit breiter Aussenfläche versehen ist, zu einer Haarwurzel oder zu einem anderen seitlichen Organ ausgewachsen wäre, habe ich niemals beobachtet. Es scheint also auch unter den Zellen des Sprossknotens die Entwickelungsfähigkeit unter den morphologisch verschiedenwerthigen Zellen mit derselben ausnahmslosen Gesetzmässigkeit vertheilt zu sein, wie in den aus der Scheitelzelle hervorgegangenen Gliedern des Hauptsprosses. Wenn das junge Stengelglied g einmal in eine Knotenzelle k und eine Internodialzelle i getheilt worden ist, so ist alle Möglichkeit zu weiterer Entwickelung auf die erstere der Tochterzellen beschränkt, eine Internodialzelle kann unter keinen Umständen zur Bildung neuer Vegetationspunkte gebracht werden. Ebenso wenn im Sprossknoten von irgend einer Zelle u', u'' . . . peripherische Zellen einer höheren Ordnung abgeschnitten worden sind, so können nur die letzteren, niemals das Reststück c', c''. . . der Ausgangspunkt weiterer Entwickelung sein.

Es schien mir wichtig, noch in einer andern Beziehung die Gesetzmässigkeit in dem Zusammenhang zwischen dem morphologischen Werth und der Entwickelungsfähigkeit der Zellen des Sprossknotens zu prüfen. Wie unsere Untersuchung lehrte, entstehen neue Sprosse an dem Knoten, indem eine Zelle u', u'' . . . nach dem Gesetz $V = v + g$ sich theilt, d. h. indem von einer solchen Zelle ein Vegetationsscheitel abgeschnitten wird. Ist an einer solchen Zelle dieser Theilungsvorgang einmal übersprungen worden, so unterbleibt er auch bei den nächsten Theilungen ihrer Abkömmlinge, die Theilungen werden je höher desto mehr vereinfacht und die peripherischen Zellen höchster Ordnung, die durch diesen Vorgang gebildet wurden, können nur Haarwurzeln erzeugen. Es schien mir nicht unmöglich zu sein, dass diese allmähliche Schwächung des Theilungsprocesses in den minder begünstigten Zellen mit der Entwickelung der meistbegünstigten in Zusammenhang stehe. Ich nahm an, dass die Theilungs- und Entwickelungsvorgänge in den übrigen Knotenzellen nur desshalb zurückgehalten und vereinfacht wurden, weil die angelegten Sprossvegetationspunkte den Zustrom der Nährstoffe an sich rissen, dass aber nach Beseitigung dieser meistbegünstigten Concurrenten auch andere Zellen im Knoten derart

zu erstarken vermöchten, dass bei ihnen der Theilungsprocess mit der Abschneidung einer Sprossscheitelzelle beginnen könnte. Die Experimente, welche ich zur Aufklärung dieser Frage unternahm, haben ein negatives Resultat ergeben. Um dem Leser in meine Versuchsanstellung Einblick zu gewähren, will ich einen realen Fall nach den in den Jahren 1894/95 gemachten Zeichnungen und Notizen hier mittheilen.

Am 23. November 1894 wurde aus einem Spross ein älterer Knoten mit sechs normal entwickelten, ziemlich wagerecht abstehenden Blättern und einem die halbe Blattlänge noch nicht erreichenden Achselspross herausgeschnitten und so in einen Wassertropfen gelegt, dass die Blätter des Quirls strahlenförmig um den von der Oberseite sichtbaren Sprossknoten ausgebreitet waren. Das Präparat wurde nach Auflegen eines grossen Deckglases in der früher geschilderten Weise mit Vaselin umschlossen. Die genauere Untersuchung des fertigen Präparates ergab, dass ausser einigen abgestorbenen und bereits entfärbten Spitzenzellen der Blätter und Blättchen alle Zellen normal waren. Die Internodien sowohl der Blätter als des Achselsprosses zeigten rege Protoplasmaströmung. Die Zellen des Knotens waren zum grössten Theil mit Reservestärke erfüllt. An der Basis des Achselsprosses war die Anlage eines Adventivsprosses eben wahrnehmbar. Bei der Untersuchung am 18. December, also nach 25 Tagen, ergab sich, dass der Achselspross bedeutend bis über die Länge des Tragblattes herangewachsen war. Aus der Basis des Sprosses und der Blätter entsprangen zahlreiche Haarwurzeln, welche, da sie am Abwärtswachsthum verhindert waren, unregelmässig nach allen Seiten sich ausbreiteten. Im Uebrigen hatte sich das Präparat gut erhalten. Die Protoplasmaströmung war kräftig und der Stärkevorrath in den Knotenzellen schien unverändert. Es wurde nun an dem Beobachtungstage das Deckglas abgehoben und der Achselspross in seinem untersten Internodium durchschnitten, so dass also mit Ausnahme des Basalknotens alle bisher von ihm angelegten Knoten sammt der Vegetationsspitze fortfielen. Nachdem das Deckglas zurückgebracht und umschlossen war, wurde das Präparat in seinem gegenwärtigen Zustande mit der Camera gezeichnet und zugleich constatirt, dass dasselbe bei der Operation ausser der beabsichtigten keinerlei wesentliche Verletzung erlitten hatte. Nur einige der sehr zahlreichen Haarwurzeln waren bei der durch das Abschneiden der Sprossspitze verursachten Verschiebung des Präparates eingeknickt worden und hatten die Plasmaströmung eingestellt. Sie gingen in der Folge bald zu Grunde, während neben ihnen neue Wurzelspitzen aus dem Knoten hervortraten. Die deut-

liche Folge der Operation an dem Sprossknoten war, dass die Anlage des Adventivsprosses, welche während der ganzen Beobachtungszeit in Ruhe verharrt hatte, anfing zu wachsen. Als das unterste Internodium desselben etwa halbe Blattlänge erreicht hatte, was am 22. Januar 1895, also nach 35 Tagen, der Fall war, wurde auf's Neue zur Operation geschritten und auch dem Adventivspross die Vegetationsspitze mit allen bisher angelegten Knoten genommen. Damit waren alle Sprossvegetationspunkte, welche ursprünglich an dem zum Experiment verwendeten Hauptsprossknoten angelegt waren, entfernt. In den Zellen des Knotens und der Blätter waren bis jetzt keine abnormen Veränderungen wahrzunehmen. Die Protoplasmaströmung schien unverändert und die Knotenzellen enthielten noch Mengen von Stärkekörnern. Trotzdem zeigte der Knoten auch nach vier Wochen keinerlei weitere Entwickelung. Die Zellen starben nach und nach ab, ohne dass es zur Anlage eines neuen Sprossvegetationspunktes gekommen wäre. Parallelversuche verliefen, wenn nicht störende Zwischenfälle, wie das Ueberwuchern kleinerer Algen oder Pilzinfection das Experiment vor Abschluss unterbrachen, in ähnlicher Weise. Es scheint also, als ob in der That bei Nitella gracilis die Regenerationsfähigkeit der Sprossknoten beschränkt ist auf den Achselspross und die an der Basis desselben allenfalls in Ein- oder Mehrzahl auftretenden accessorischen Sprosse. Alle jene Vegetationspunkte aber, bei denen einmal der Entwickelungsschnitt $u = v + g$ übersprungen ist, bei denen also die Ausbildung eines Sprossvegetationspunktes vor Beginn der Knotentheilung nicht stattgefunden hat, können wohl zu Haarwurzeln auswachsen, nicht aber der Ausgangspunkt einer neuen Sprossbildung werden. Bei andern Nitellen und bei den Charen ist das, wie wir sehen werden, anders. Dort bilden die sogenannten Zweigvorkeime ein Mittel, um die reduzirte Theilfähigkeit der Vegetationspunkte höherer Ordnungen zu kräftigen und auf das ursprüngliche Maass zurückzuführen.

II. Nitella syncarpa.

Ueber die Entwickelungsgeschichte der Sprossknoten bei Nitella syncarpa ist ausser den bei allen Characeen auftretenden ersten Theilungsschnitten nichts bekannt und die Angaben der Litteratur über den Bau der ausgewachsenen Knoten sind dermaassen unbestimmt, dass sich nicht einmal sicher aus ihnen entnehmen lässt, wie viele Blätter der Regel nach im Quirl auftreten, ob normal ein oder mehrere Seitensprosse vorhanden sind und wo die Seitensprosse entspringen.

Migula gibt darüber an, dass neben den sechs regelmässigen Blättern noch mehrere accessorische Blätter auftreten können, dass die Zahl der Seitenzweige zwischen eins und sechs schwankt und fährt fort:

„Der Entwickelungsgeschichte nach müssten die normalen Zweige regelmässig aus den Achseln der beiden ältesten Blätter, und die accessorischen Blätter, wo sie vorhanden sind, aus den Achseln der nächstfolgenden entspringen; dies ist aber nicht immer der Fall. Es scheinen vielmehr hier keine bestimmten Regeln zu herrschen."

Entgegen diesen Angaben, welche dem bisherigen Stande unseres Wissens enstprechen, fand ich bei dem von mir untersuchten Material von Nitella syncarpa, welches von verschiedenen Standorten aus der Umgebung Münchens stammte, in jedem Quirl normaler Weise acht Blätter und zwei Seitensprosse und die Entwickelungsgeschichte zeigte mir, dass die normalen Seitensprosse ebensowenig jemals in der Achsel eines der

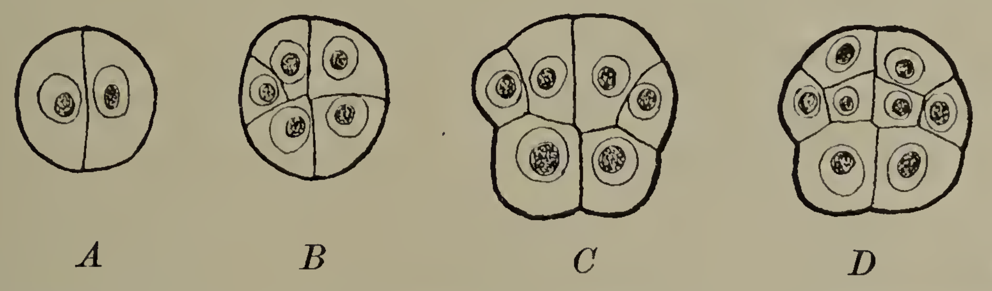


Fig. 37. Nitella syncarpa. *A—D* Querschnittbilder junger Sprossknoten in aufeinanderfolgenden Theilungsstadien. 230/1.

beiden ältesten Blätter sich entwickeln, als aus der Achsel der nächstjüngeren Blätter accessorische Blattgebilde hervorsprossen können.

In Fig. 37 sind vier junge Sprossknoten von Nitella syncarpa nach Mikrotomschnitten gezeichnet. Die Theilungen verlaufen genau nach dem Gesetze

$$k = hr + hl$$
$$= (cr + cl) + (u_1 + \dots u_6)$$

Die Fig. *D* zeigt zwei centrale und sechs peripherische Zellen. Nur insofern kann ein Unterschied gegenüber Nitella gracilis constatirt werden als die Zellen n_1 und n_2 bei ihrer Anlage unverhältnissmässig gross sind, sie nehmen fast die Hälfte der Halbirungszelle ein. Ihre weitere Entwickelung weicht denn auch dementsprechend sehr wesentlich von der Entwickelung der übrigen peripherischen Zellen ab. Betrachten wir zunächst das Verhalten der beiden centralen Zellen, so ergibt sich, dass dieselben bei dem Wachsthum der angrenzenden Internodien und der sie umgebenden Zellen ganz beträchtlich an Umfang zunehmen. In ausgewachsenen Knoten ist die Flächenausdehnung dieser beiden Zellen oft 50 Mal so gross als in dem in Fig. 37 gezeichneten Stadium. Trotzdem tritt bisweilen,

besonders in den unteren Knoten eines Sprosses, keine weitere Zelltheilung ein. In der Regel aber theilen sich diese stammeigenen Zellen nach voraufgegangener Karyokinese durch Wände, welche sich annähernd senkrecht an die Halbirungswand des Knotens resp. an die voraufgehende Theilungswand ansetzen, so dass im erwachsenen Knoten 3—8 stammeigene Zellen vorhanden sind.

Von den peripherischen Zellen des Knotens verhalten sich die vier zuletzt gebildeten u_3 bis u_6 ziemlich übereinstimmend unter einander und mit den gleichnamigen Zellen im Knoten der Nitella gracilis. Nachdem durch eine Querwand der vorgewölbte Theil der Zelle als Vegetationspunkt des Blattes abgegrenzt worden ist, wird der Rest der Zelle direct zum Basalknoten des Blattes. Es werden von ihm mehrere peripherische Zellen abgeschnitten, von denen ebenso wie bei Nitella gracilis die erstere stets an der oberen dem nächst jüngeren Stamminternodium zugewendeten Seite des Blattes liegt und mit den stammeigenen Zellen des Knotens in directer Verbindung steht. Die Zertheilung dieser erstgebildeten peripherischen Zelle u'_1 in zwei Halbirungszellen, von denen weiterhin peripherische Zellen höherer Ordnung in unbestimmter Zahl abgeschnitten werden können, zeigt keinerlei Abweichungen von den Theilungsgesetzen der Blattbasalknoten bei Nitella gracilis. Auch insofern besteht Uebereinstimmung bei beiden Arten, als der Kranz der peripherischen Zellen in dem Basalknoten der vier jüngsten Blätter des Quirls nicht geschlossen wird, so dass die Restzelle c' dieses Knotens nach unten zu bis an den Umfang der ursprünglichen Knotenzelle reicht.

Sehr auffällige Verschiedenheiten gegenüber dem Verhalten bei Nitella gracilis zeigen sich in dem Entwickelungsgange der beiden ersten peripherischen Knotenzellen u_1 und u_2. Wir können uns bei der Besprechung dieser Verhältnisse zunächst noch an Querschnittbilder junger Knoten halten, deren in Figur 38 dreie in verschiedenen Altersstadien gezeichnet sind. In der Abbildung *A* dieser Figur erkennt man leicht die Halbirungswand und die Zellgruppen, welche aus den einzelnen peripherischen Zellen hervorgegangen sind. Gegenüber dem in der Abbildung *D* in Figur 37 gezeichneten Stadium sind hier in den Zellen u_1 und u_2 zwei Theilungswände aufgetreten.

Zunächst ist der papillenförmig über den Knotenumfang vorgewölbte Theil jeder Zelle durch eine etwas gebogene Querwand 1—1 als Vegetationspunkt abgetrennt worden. Das ist derselbe erste Theilungsschnitt, welcher auch in allen andern peripherischen Zellen auftritt. Die hier abgetrennten beiden Vegetationspunkte entwickeln

sich zu den Blättern I und II, welche als erstentstandene den übrigen in der Entwickelung voraus eilen und dieselben auch in erwachsenem Zustande an Grösse übertreffen. Die Theilungswand, welche zur Abtrennung der Blattvegetationspunkte in den peripherischen Zellen u_3 bis u_6 führte, verläuft stets so, dass die ganze freie Oberfläche der

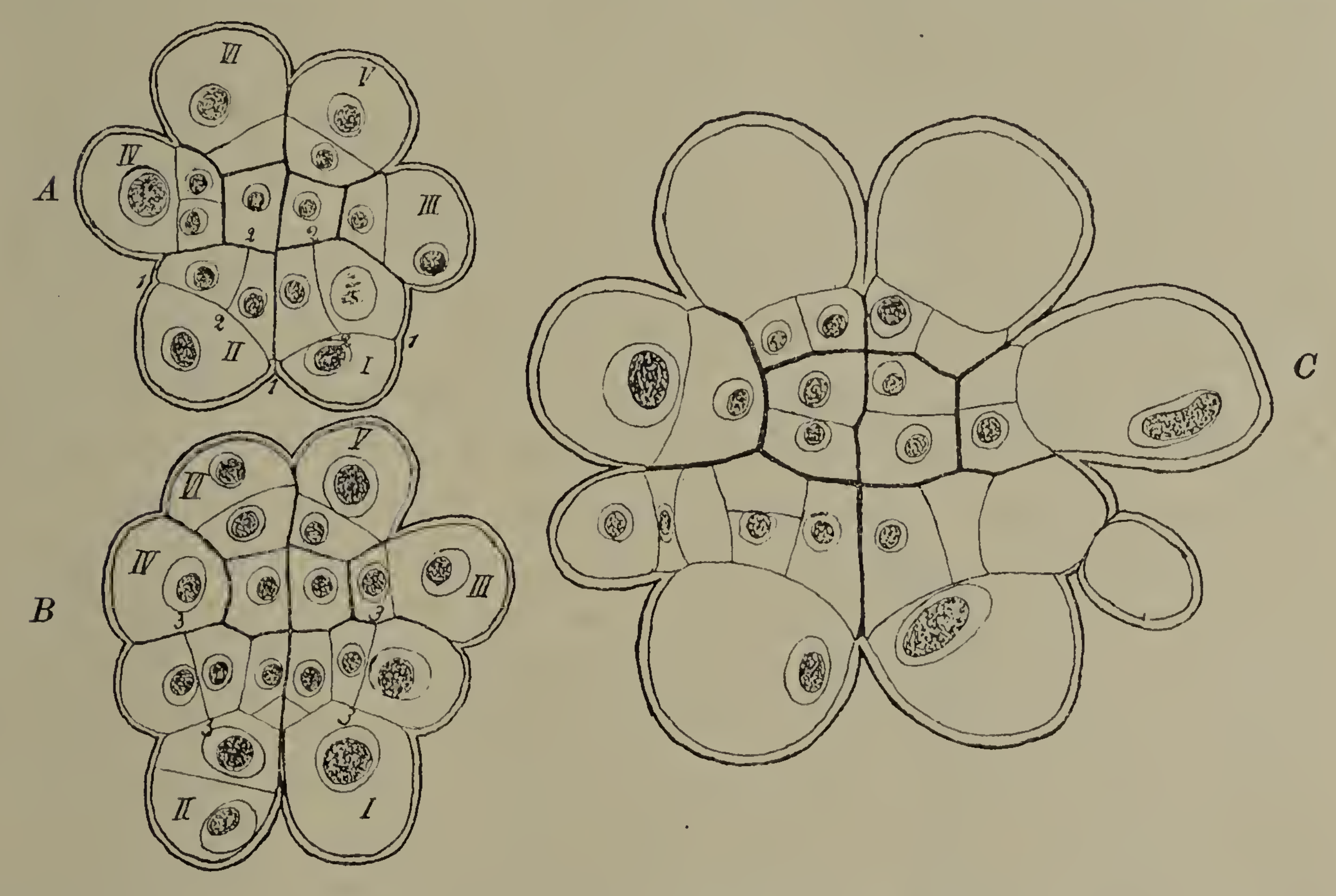


Fig. 38. Nitella syncarpa. *A—C* Querschnittbilder junger Sprosse in verschiedenen Theilungsstadien, *I—VI* die Anlagen der Blätter; *1—1*, *2—2*, . . . die aufeinanderfolgenden Theilungswände im Basalknoten der Blätter *I* und *II*. 230/1.

Zelle höchstens bis auf ein schmales ringförmiges Stück der Vegetationsspitze zufällt, während die Restzelle fast ganz im Innern des Sprossknoten liegt.

In den Segmenten u_1 und u_2 dagegen setzt sich die erste Wand auf der einen, und zwar stets auf der von der Halbirungswand des Knotens abgewendeten Seite der Zelle an die Aussenwand an. So kommt es, dass die Restzelle des Segmentes u_1 zwischen dem Blatt I und III und die Restzelle des Segmentes u_2 zwischen dem Blatt II und IV ein Stück freier Oberfläche besitzt, wie das in der Figur 38*A* deutlich erkennbar ist. Wir brauchen die Entwickelung der abgeschnittenen Vegetationsspitzen nicht im Einzelnen zu verfolgen, sie verhalten sich nicht wesentlich anders als die Primordien der übrigen Quirlblätter. Das Reststück dagegen, das wir in Analogie mit den übrigen Blättern als die Urzelle des Basalknotens ansehen müssen, unterscheidet sich von den gleichen Zellen in den übrigen Segmenten

nicht nur durch den Besitz eines Stückes freier Oberfläche, sondern auch durch den Entwickelungsgang, den es einschlägt. Es liefert ein weiteres Blatt und einen Seitenspross. Zunächst tritt in dieser Zelle meistens eine Halbirungswand auf, welche annähernd gleichlaufend mit der Halbirungswand des Sprossknotens gerichtet ist und sich ziemlich in der Mitte der ersten Wand im Segmente senkrecht ansetzt. Es ist das die Wand, welche in den Segmenten I und II der Figur 38*A* durch 2—2 bezeichnet ist. Die beiden dadurch gebildeten Halbirungszellen sind insofern ungleich ausgestattet, als die eine derselben, welche von der Halbirungswand des Sprossknotens abgewendet liegt, ein grösseres Stück freier Oberfläche besitzt. In dieser so bevorzugten Halbirungszelle wird durch eine Wand, welche der Halbirungswand 2—2 annähernd parallel verläuft, eine peripherische Zelle abgeschnitten. In den Segmenten I und II der Figur 38*B* ist diese neue Theilungswand durch 3—3 bezeichnet. Auch in der andern an die Halbirungswand des Knotens grenzenden Halbirungszelle der Basalknoten der Blätter I und II werden einige peripherische Zellen abgetrennt, denen freilich als freie Oberfläche nur die schmalen, ringförmigen Flächenstücke zur Verfügung stehen, welche im Winkel zwischen dem untersten Internodium des Blattes und den angrenzenden Sprossinternodien liegen. Diese Zellen erlangen dementsprechend vorerst nur eine geringe Ausbildung und spielen bei der Entstehung normaler seitlicher Organe keine Rolle, sie können höchstens die Vegetationspunkte für accessorische Gebilde liefern.

Es mag hier noch erwähnt werden, dass in den Reststücken der Halbirungszellen des Basalknotens von Blatt I und II gelegentlich noch weitere Theilungswände auftreten, welche indess nicht zur Abschneidung peripherischer Zellen und zur Bildung von Vegetationspunkten führen. Es handelt sich hier um Theilungsvorgänge in den sich durch Wachsthum vergrössernden Zellen, welche der Zertheilung der centralen Knotenzellen analog sind und in Bezug auf Zahl und Richtung der Theilungswände ebenso ungleichmässig sich verhalten. Für die Weiterentwickelung des Sprossknotens, insbesondere für die Entstehung der accessorischen Gebilde, hat die Zahl und Anordnung der hier gebildeten Theilzellen keinerlei Bedeutnng.

Die eine, durch den Besitz einer grösseren freien Oberfläche bevorzugte peripherische Zelle des Basalknotens in Blatt I und II gewinnt durch Wachsthum zwischen den sie begrenzenden Blättern des Quirls mehr und mehr an Raum und schlägt einen eigenen Entwickelungsgang ein. Das Verständniss der Zelltheilungsvorgänge in dieser Zelle

wird besonders dadurch erschwert, dass während der Entwickelung durch die Dickenzunahme der angrenzenden Sprossinternodien ein ungleichmässiges Flächenwachsthum der neugebildeten Wände und damit eine Verschiebung der Zellen zu einander bedingt wird. Nur die Vergleichung zahlreicher Entwickelungszustände hat mich zu der Auffassung geführt, die ich im Folgenden kurz darstellen will.

Nach der früher verwendeten Bezeichnungsweise haben wir die durch die Wand 3—3 in Figur 38 *B* von der einen Halbirungszelle des Basalknotens der Blätter I und II abgeschnittene peripherische Zelle mit freier Oberfläche als *u'* zu bezeichnen; da sie in der betreffenden Halbirungszelle vorerst meist die einzige peripherische Zelle ist, und da ihre Schwesterzellen für die Bildung normaler Seitenorgane zunächst nicht in Betracht kommen, so können wir auf die Hinzufügung eines Zahlenindex verzichten. Die freie Oberfläche der Zelle

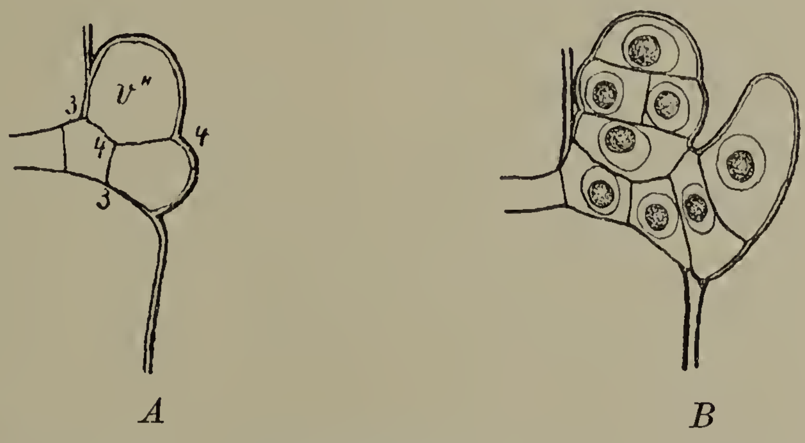


Fig. 39. Nitella syncarpa. Medianschnitt durch die Anlage eines normalen Seitensprosses am Hauptsprossknoten. *A B* zwei aufeinanderfolgende Entwickelungsstadien, *3—3*, *4—4* aufeinanderfolgende Theilungswände, *v''* Scheitelzelle des Seitensprosses. 230/1.

u' wölbt sich sehr früh mit der Richtung nach aufwärts über den Knotenumfang hervor, und die Vorwölbung wird sehr bald durch eine horizontale Wand abgeschnitten, welche in der Figur 39*A* die Bezeichnung 4—4 trägt. Diese Wand setzt sich aussen an die freie Oberfläche, innen an die Wand 3—3 an, welche die Zelle *u'* von der Halbirungszelle des Basalknotens abtrennte. Durch die Wachsthumsverschiebung bekommt die Wand 3—3 an der Ansatzstelle der neuen Wand eine Einknickung, welche in der Figur 39*A* schon ziemlich beträchtlich ist. Dem Stadium, welches die Figur 39*A* im Längsschnitt darstellt, entspricht ungefähr auch die Figur 1 auf Tafel II. Es ist also die Zelle *u'* in eine obere und in eine untere Zelle zerlegt. Die obere Zelle ist der Vegetationspunkt des Seitensprosses, die untere, sich ebenfalls nach aussen vorwölbende Zelle, wird bald durch eine

weitere Theilungswand in eine äussere und eine innere Zelle zerlegt, von denen die erstere den Vegetationspunkt des Tragblattes bildet, während die letztere direct zum Basalknoten dieses Blattes wird.

Der weitere Verlauf der Entwickelung wird durch die Figuren 2 und 3 auf Tafel II illustrirt. In Fig. 2 ist ein Fall dargestellt, in welchem das Blättchen I* sich in derselben Weise entwickelt, wie die übrigen Blätter des Knotens. Es sind zwei Blattinternodien vorhanden, zwischen denen eine schmale Knotenzelle angelegt ist, welche in der Figur durch das obere Internodium verdeckt wird. Der Vegetationspunkt des Seitensprosses v'' ist noch verhältnissmässig wenig entwickelt, aber doch schon an seiner Form als Sprossscheitel erkennbar. In dem in Figur 3 gezeichneten untersten Sprossknoten ist dagegen das Blättchen II* schwach entwickelt, während die Sprossanlage v'', welche durch nachträgliche Verschiebung ein wenig seitlich aus der Achsel des Blättchens herausgerückt ist, schon die normalen Theilungen im obersten Knoten und die sich oben hervorwölbenden Quirlblättchen erkennen lässt.

Die thatsächlichen Verhältnisse sind damit klargelegt. Die theoretische Deutung der hier besprochenen Entwickelungsvorgänge bereitet indess, wenn wir uns auf den Standpunkt der rein formalen Morphologie stellen wollen, einige Schwierigkeiten. Spross und Blatt sind offenbar Abkömmlinge des Blattes I (oder II), ihre Urzellen gehören dem Basalknoten desselben an. Wie ist aber das Verhältniss zwischen diesen beiden seitlichen Gliedern des Blattes? Es sind dort, soviel ich sehe, drei Auffassungen möglich. Man kann sagen: das Hauptblatt entwickelt aus seinen Basalknoten ein Seitenblättchen, in dessen Achsel der Seitenspross entsteht, oder: Spross und Blättchen sind coordinirte seitliche Organe des Hauptblattes, oder endlich: aus dem Basalknoten des Hauptblattes entspringt ein Seitenspross, der aus seinem Basalknoten ein einziges Blatt entwickelt. Für und wider jede dieser Auffassungen lassen sich Gründe geltend machen. Die Stellung, welche das Blättchen und der Seitenspross im verwachsenen Zustande zu einander einnehmen — man sehe die Figuren 2 und 1 auf Tafel V — lassen wohl die Annahme, dass es sich um ein Tragblatt und den zugehörigen Achselspross handelt, als die wahrscheinlichere erscheinen. Wir hätten dann aber anzunehmen, dass die Theilungswand 4—4 in Figur 39, welche die Zelle u' in eine obere und eine untere Zelle zertheilt, die erste Theilungswand der Blattanlage sei, und müssten die obere Zelle nach der Analogie als die Urzelle des Basalknotens der Blattanlage betrachten. Das ist aber nicht möglich, da

ja nachträglich noch in der untern Zelle ein vollständiger Basalknoten für das Blatt entsteht, während die obere Zelle direct den Vegetationspunkt des Sprosses bildet.

Die Entwickelungsgeschichte spricht eher für die zweite Annahme. Die Wand 4—4 in Figur 39 wäre danach einfach als Halbirungswand der peripherischen Zelle *u'* des Hauptblattknotens anzunehmen. Die entstandenen Halbirungszellen, die Urzelle des Sprosses und des Blättchens, wären morphologisch gleichwerthige Anlagen seitlicher Organe des Hauptblattes. Indess müssten wir dann erwarten, dass das Blatt seine Hauptseite, d. h. diejenige, an welcher in dem oberen Knoten die erste peripherische Zelle liegt, dem Hauptblatt als seiner Abstammungsaxe zuwenden, was aber niemals der Fall ist. So bleibt nur die dritte Annahme, dass der Spross wie bei Nitella gracilis ein seitliches Organ des Hauptblattes ist, und dass das Blättchen aus dem Knoten dieses Seitensprosses seinen Ursprung nimmt. Dafür spricht besonders auch der Umstand, dass dieselbe *v''* in der Figur 39 sich von Anfang an nach dem Theilungsgesetze des Hauptsprossgipfels V = v + (k + i) weiter entwickelt, d. h. nach der nächstfolgenden Quertheilung theilt sich der rückwärts gelegene Abschnitt in Knoten und Internodium, so dass in dem erwachsenen Seitenspross an die Theilungswand 4—4 direct eine Internodialzelle grenzt. Nach der Analogie mit den Blättern und mit den Seitenprossen der übrigen Nitellen hätten wir aber als erste Theilung eine Theilung nach dem einfacheren Schema V = v + g zu erwarten, wobei die Zelle g direct zum Basalknoten der Sprossanlage wird. Dieser erste Theilungsschnitt würde also schon in dem Auftreten der Wand 4—4 zu sehen sein, und wir müssten demnach die untere der beiden dadurch aus *u'* hervorgehenden Zellen als die Urzelle des Basalknotens des Seitensprosses deuten, welche nur eine geringe Entwickelung erreicht und nur einen einzigen seitlichen Vegetationspunkt, eben die Anlage des Blättchens, erzeugt. Aber gerade die rudimentäre Ausbildung dieses Basalknotens, in welchem nicht einmal die allen Sprossknoten zukommende Halbirungswand auftritt, scheint mir ein gewichtiges Argument gegen diese Annahme zu bilden. Noch unverständlicher wird bei rein formaler Betrachtung das Verhältniss des Blättchens und des Seitensprosses, wenn wir die zahlreichen Abweichungen berücksichtigen, welche neben der geschilderten normalen Ausbildung nicht gerade selten auftreten. Bisweilen geht aus dem Segment *u'* in dem Basalknoten der Blätter I und II nur ein Blättchen hervor, ohne dass von dem Spross, den wir als seine Abstammungsaxe anzusehen hätten, auch nur die Anlage nachweisbar

wäre. Wieder andere Fälle zeigen einen wohlentwickelten Seitenspross, während der Zellabschnitt, aus dem normaler Weise das Blättchen sich entwickelt, unentwickelt bleibt. Endlich habe ich den Fall beobachten können, dass an der Stelle des Blättchens ein Oogonium stand, in dessen Achsel die Anlage des Seitensprosses normal entwickelt war (vergl. Figur 4 auf Tafel V). Man sieht, dass es schwierig wenn nicht unmöglich ist, hier die beobachteten Thatsachen in ein der formalen Morphologie der Characeen geläufiges Schema einzuzwängen. Ich verzichte desshalb darauf, unter den möglichen Fällen eine Entscheidung zu treffen, umso lieber, als es meine Absicht ist, später mit veränderter Fragestellung eine mechanische Erklärung der Thatsachen zu versuchen.

Nachdem wir die Entwickelung der Sprossknoten bei Nitella syncarpa kennen gelernt haben, können wir uns nunmehr wiederum der Frage zuwenden: wie entstehen an dem Sprossknoten die accessorischen Seitenachsen, und welcher Art sind dieselben? Zunächst

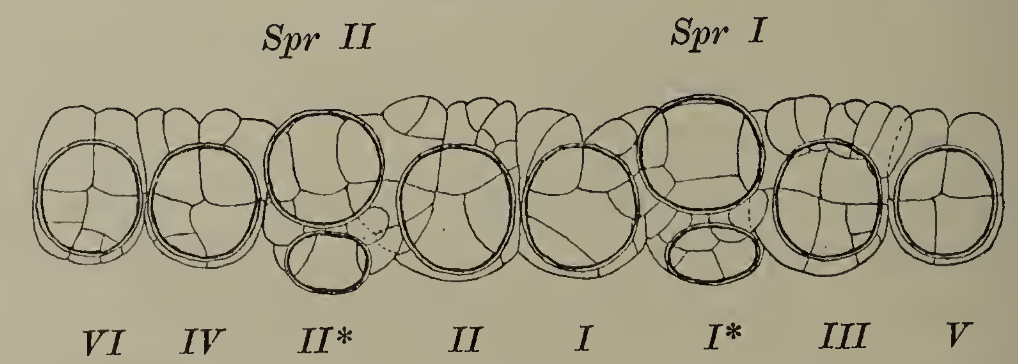


Fig. 40. Nitella syncarpa. Die Basalknoten der Blätter und der normalen Seitensprosse eines Hauptsprossknotens. 56/1.

mag auch hier wieder an einigen nach der Natur gezeichneten Abbildungen gezeigt werden, welche Zellen im erwachsenen Sprossknoten als Vegetationspunkte zur Verfügung stehen.

Für die Figur 40 gilt dasselbe was für Figur 33 auf Seite 180 gesagt wurde. Sie stellt die Basalknoten der Blätter und der normalen Seitensprosse eines Knotens dar, welche einzeln nach der Natur gezeichnet wurden. Die morphologische Bedeutung und die derselben entsprechende Bezeichnung der einzelnen Zellen der Blätter III—VI ergibt sich leicht aus einer Vergleichung mit der Figur 33. Ich glaubte deshalb die Eintragung der Buchstabenbezeichnung, welche die Uebersichtlichkeit der Figur stören würde, unterlassen zu dürfen. Nur die Basalknoten der Blätter I und II, zu denen wir, wie gezeigt wurde, ja auch die Basen der Blätter I*, II* und der beiden Seitensprosse zu rechnen haben, weichen von dem allgemeinen Schema ab, indess ist es nach Verfolgung der Entwickelungs-

geschichte auch hier nicht schwierig, die Bedeutung der einzelnen Zellgruppen und Zellen zu verstehen.

Ruhende Vegetationspunkte treffen wir, wie die Figur ergibt, in jedem Basalknoten zu mehreren an. In den Knoten III und IV sind in den nach oben gelegenen peripherischen Zellen schon weitere Theilungen eingetreten, ebenso auch in den Knoten I und II, auch wenn wir von der Ausbildung der Nebenblätter und Seitensprosse absehen.

Die natürliche gegenseitige Lage der Knotenzellen ist aus der Figur 41 *A* ersichtlich. Dieselbe stellt einen Sprossknoten, welcher durch Abschneiden der angrenzenden Internodien isolirt wurde, von oben gesehen dar. Es entspringen aus dem Knoten acht Blätter und

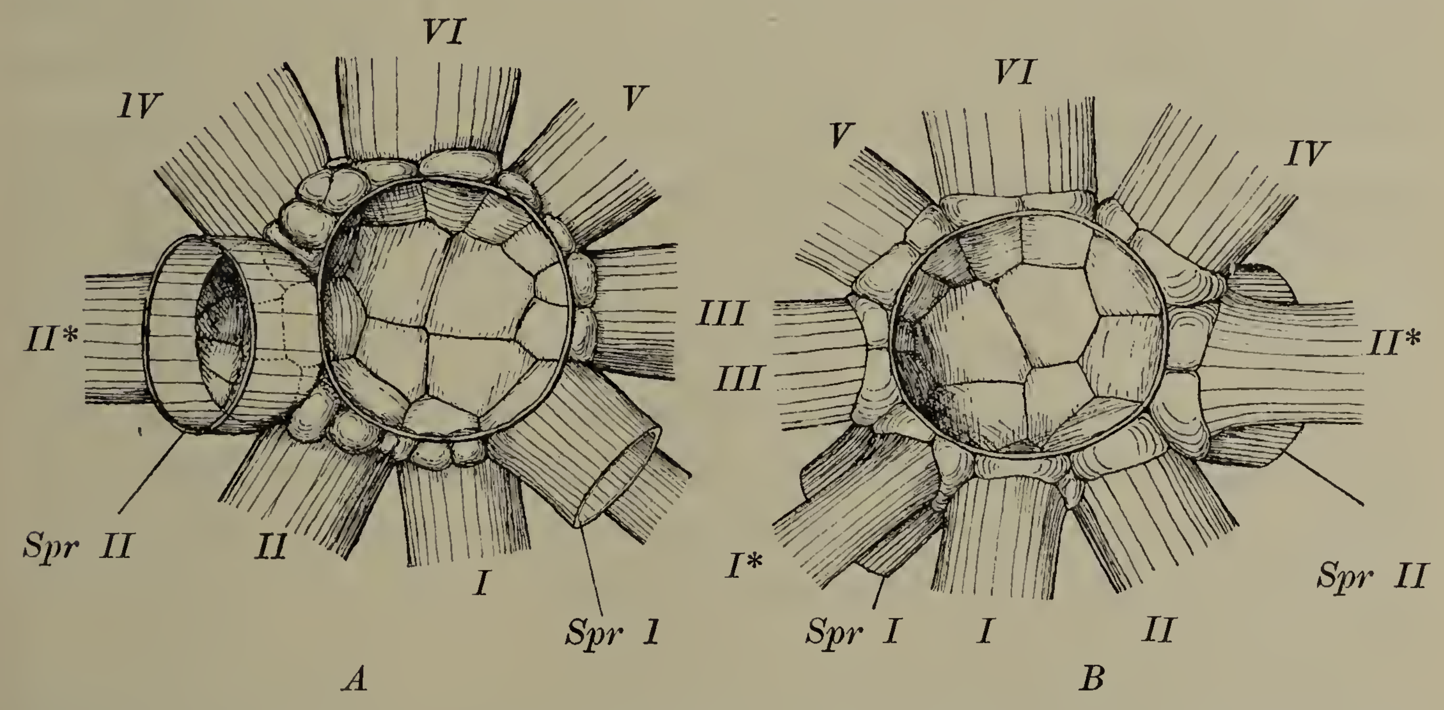


Fig. 41. Nitella syncarpa. Ein erwachsener Sprossknoten aus dem untern Abschnitt eines Sprosses. *A* von oben, *B* von unten gesehen. *I—VI* die Blätter, *Spr I* und *II* die normalen Seitensprosse. 65/1.

zwei Seitensprosse, welche in der bekannten Weise bezeichnet sind. Die Seitensprosse sind kurz über ihrer Ursprungsstelle abgeschnitten. Von ihnen war der zum Blatt II gehörige am kräftigsten entwickelt, in andern Fällen ist das Verhältniss umgekehrt. In der Höhlung des basalen Internodiums des Sprosses II sind einige Zellen von dem Basalknoten des Blättchens II* sichtbar.

In der Mitte des Sprossknotens treffen wir in dem vorliegenden Falle vier flache Zellen an, von denen die beiden grösseren in der Figur nach oben liegenden die centralen Restzellen des Knotens sind, während die beiden unteren zu den Basalknoten der Blätter I und II zu rechnen sind. Es wurde absichtlich ein Fall zur Darstellung gewählt, in welchem die Zertheilung des Knotens möglichst

einfach war. In andern Sprossknoten theilen sich, wie sich ja aus der Figur 38*C* ergibt, die Centralzellen des Knotens noch mehrmals. In den ersten Knoten junger Pflanzen, oder was dasselbe sagt, in den unteren Knoten der Sprosse, sind sie wie im vorliegenden Falle nicht selten ungetheilt. Die Wand zwischen den beiden Centralzellen, welche mit geringen Knickungen nach beiden Seiten hin bis an die Peripherie des Knotens verläuft, einerseits zwischen den Blättern I und II, andererseits zwischen V und VI endend, ist die ursprüngliche Halbirungswand des Knotens. Die Zellwände, welche die Centralzellen gegen die grossen, zu den Basalknoten der Blätter I und II gehörigen Zellen abgrenzen, entsprechen den im jungen Knoten an zweiter und dritter Stelle auftretenden Theilungswänden, durch welche die peripherischen Zellen u_1 und u_2 abgetrennt werden. Auch die weiteren Theilungswände, durch welche der Kranz der peripherischen Zellen geschlossen wird, lassen sich in dem erwachsenen Knoten unterhalb der Basalknoten der Blätter III—VI leicht auffinden. Die Basalknoten der Blätter I und II sind nicht ganz gleichmässig entwickelt; in dem letzteren ist die nach Abtrennung der Blattvegetationsspitze in dem Reststück gewöhnlich auftretende Halbirungswand (2—2 in Figur 38*A*) vorhanden unter dem Blatt I fehlt dieselbe dagegen. Von den Basalknoten der übrigen Blätter ist derjenige des Blattes IV am weitesten zertheilt, bei den Blättern III, V und VI zeigt der Basalknoten nach oben nur erst die zwei Theilzellen des ersten Segmentes.

Figur 41*B* zeigte denselben Sprossknoten von unten. Die Basalknoten der Blätter III—VI haben an dieser Seite zwei oberflächliche Zellen, je die eine derselben ist eine peripherische Zelle u', die andere das bis an den Umfang reichende Reststück der ursprünglichen Knotenzelle. Auch der Basalknoten der Blätter I* und II* ist in derselben Weise aufgebaut. Nur an der Basis der Blätter I und II ist die Regelmässigkeit entsprechend der eigenartigen Entwickelung unterbrochen, indem nur je eine Zelle, nämlich das Reststück der ursprünglichen Knotenzelle, allein das freie Stück der Knotenoberfläche einnimmt. Bisweilen tritt auch in diesen Basalknoten, wie in dem in Figur 40 bei Blatt I dargestellten Falle, an der Unterseite ein peripherisches Segment als zweite Zelle auf.

Die accessorischen Gebilde, welche aus den zahlreichen Vegetationspunkten der Sprossknoten von Nitella syncarpa sich entwickeln können, sind Wurzelfäden, Zweigvorkeime und radiäre Zweige. Bisweilen kommen alle drei neben einander an demselben Sprossknoten vor,

häufig aber entwickeln sich neben den stets auftretenden Haarwurzeln nur Zweigvorkeime oder nur accessorische Seitensprosse. Es scheint das davon abhängig zu sein, ob der austreibende Knoten an einer jungen Pflanze gebildet wurde oder ob er an einer schon kräftig entwickelten älteren Pflanze entstand. An einer und derselben erwachsenen Pflanze sind die untersten Knoten am einfachsten gebaut, sowohl bezüglich der Theilungen, welche die stammeigenen Knotenzellen nachträglich erfahren, als auch bezüglich der Höhe, welche die Entwickelung der Basalknoten der Blätter erreicht. Zwingt man einen solchen Knoten zum Austreiben, indem man denselben isoliert und in der früher beschriebenen Weise im Wassertropfen unter Deckglas cultivirt, so entwickeln sich gewöhnlich aus dem Knoten nur Wurzelfäden und allenfalls vereinzelte Zweigvorkeime. In einem bestimmten Fall liess sich mit Sicherheit erkennen, dass der Vegetationspunkt des nicht zur Entwickelung gelangten Blattes I* zum Zweigvorkeime auswuchs, dessen Wurzelknoten mehrere Wurzelfäden entwickelte, während am nächst höheren Knoten neben dem Blatt I ein radiärer Seitenspross entstand. Wir werden auf diesen Fall noch zurückzukommen haben. Bisweilen treibt ein solcher Knoten gar keine Sprosse, die Bildung derselben bleibt den oberen Blattknoten überlassen, eine auffällige Erscheinung, die uns gleichfalls später noch beschäftigen wird.

Wesentlich anders gestaltet sich der Versuch, wenn man einen Knoten aus dem oberen Abschnitt einer kräftig wachsenden Pflanze für denselben verwendet. Ja es ist nicht einmal nöthig, derartige Knoten zu isoliren, sie entwickeln sich auch an der Pflanze weiter. Besonders an den im Laboratorium überwinternden Sprossen meiner Culturen fand ich alle oberen Knoten in eigener Entwickelung begriffen. Alle hatten Wurzelfäden und Adventivsprosse gebildet. Die Zahl und Anordnung dieser adventiven Bildungen ist für einen concreten Fall in der Figur 42 dargestellt. In der Mitte der Figur sieht man im Grunde des durchschnittenen oberen Internodiums die inneren Zellen des Knotens. Man wird zwischen denselben die Halbirungswand und die an dieselbe anschliessenden weiteren ersten Theilungswände des Knotens, welche mit kräftigeren Strichen gezeichnet wurden, leicht erkennen. Ein Vergleich des inneren Zellkomplexes mit demjenigen der Figur 41 zeigt uns, dass bei dem hier vorliegenden Knoten die centralen Reststücke, also die stammeigenen Knotenzellen, sich nachträglich noch mehrmals getheilt haben, so dass im Ganzen sieben centrale Knotenzellen aus den zwei ursprünglichen hervorgegangen sind. Auch die inneren Zellen des Basalknotens der

Blätter I und II haben Theilungen erfahren, welche an den entsprechenden Zellen in der Figur 41 nicht eingetreten sind. Es handelt sich hier um die zufälligen Unterschiede in der Ausbildung der Restzellen in den Segmenten I und II, von denen auf Seite 92 gelegentlich der entwickelungsgeschichtlichen Untersuchung die Rede war.

Am Umfange des Knotens sehen wir die basalen Enden der normalen acht Blätter, welche in der Figur in der bekannten Weise bezeichnet sind, und zweier normaler Seitensprosse, von denen in diesem Falle der zum Blatt I* gehörige die kräftigere Entwickelung zeigte. Die Zellen, welche in den Basalknoten der Blätter nach oben liegen,

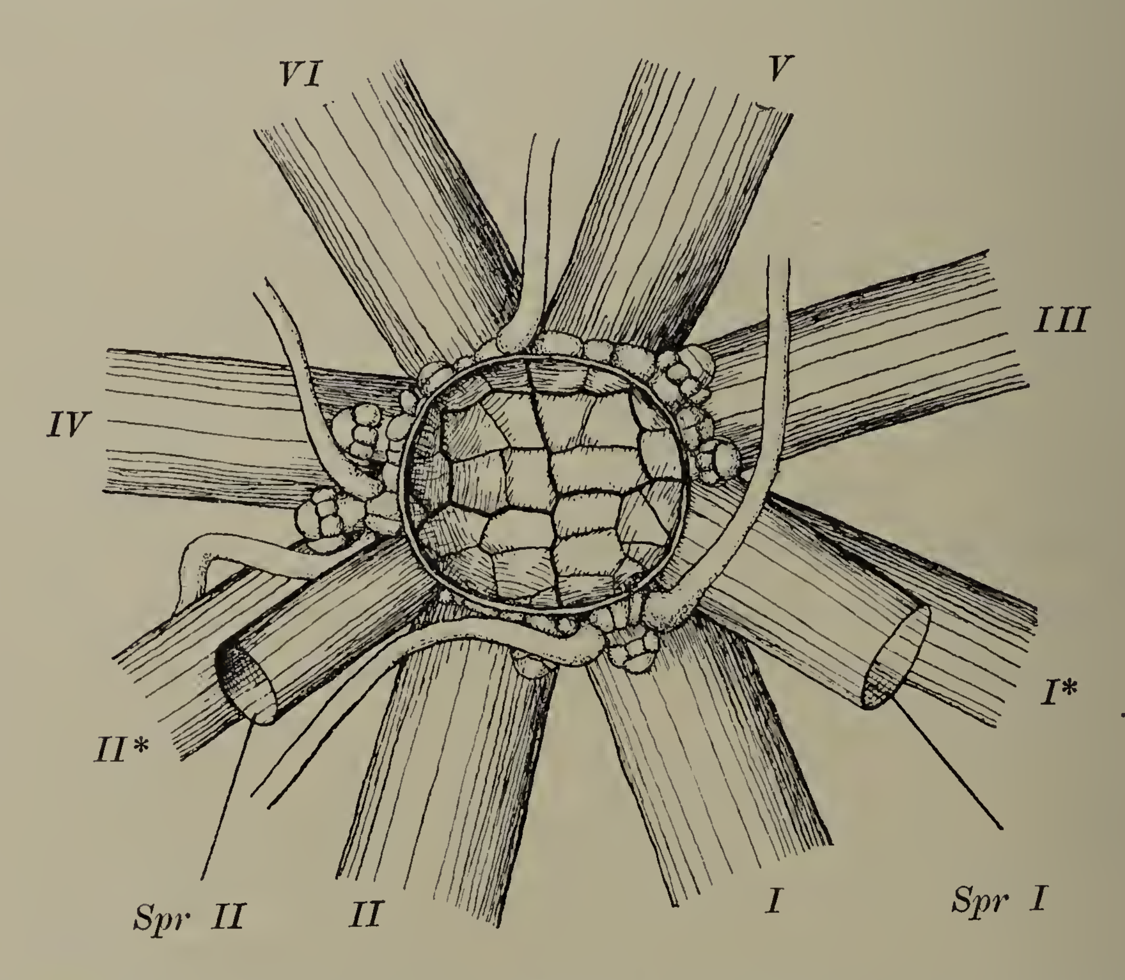


Fig. 42. Nitella syncarpa. Ein erwachsener Sprossknoten aus dem oberen Abschnitt einer Pflanze, von oben gesehen. *I—VI* die Blätter, *Spr I* und *II* die normalen Seitensprosse. Aus dem Basalknoten der Blätter entspringen zahlreiche Adventivsprosse und Haarwurzeln. 55/1.

haben sich in verschiedener Weise weiter entwickelt, zum Theil sind sie zu Vegetationspunkten radiärer Sprosse geworden, welche schon die Anlage eines normalen Blattwirtels aufweisen, zum Theil haben sie Wurzelvegetationspunkte geliefert, eine Anzahl ist noch als ruhende Vegetationspunkte erhalten. Wenn wir die Vertheilung der austreibenden Vegetationspunkte in den Basalknoten der Blätter beachten, so zeigt sich, dass die Blätter I und II aus der von dem entsprechenden

normalen Seitenspross abgewendeten Hälfte ihres Basalknotens je einen Adventivspross entwickelt haben. Die Blätter III und V haben aus jeder der beiden grösseren oberen Knotenzellen, also im Ganzen je zwei Adventivsprosse geliefert, im Basalknoten der Blätter V und VI sind noch keine Sprossanlagen hervorgetreten. Das hier vorliegende Verhältniss der Vertheilung der Adventivanlagen ist kein zufälliges, eine Durchmusterung zahlreicher Knoten im gleichen Entwickelungsstadium ergibt, dass in der Regel die Vorderseite des Knotens, d. h. diejenige Seite, an welcher die Blätter I und II entspringen, gefördert ist; dass die beiden ersten Blätter nur je einen Adventivspross tragen, kann uns nicht auffällig erscheinen, da ja den Basalknoten dieser beiden ausserdem auch der Ursprung der normalen Seitensprosse angehört. Selbstverständlich können gelegentlich auch die Basalknoten der Blätter V und VI Adventivsprosse erzeugen, und die Regelmässigkeit des Vorrückens der Bildung von Adventivsprossen von vorne nach hinten wird gelegentlich auch dadurch unterbrochen, dass einzelne der gebildeten Anlagen den andern in der Entwickelung vorauseilen und neue Vegetationspunkte höherer Ordnung aus ihren Basalknoten hervorgehen lassen.

Das weitere Schicksal der gebildeten Adventivsprosse ist überhaupt sehr ungleich und von Zufälligkeiten abhängig. Einige der Anlagen verharren in dem Stadium, in welchem sie in der Figur 42 gezeichnet sind. Sie behalten dabei lange Zeit die Fähigkeit, sich zu entwickeln, wie durch das Experiment erwiesen werden kann. Andere Anlagen entwickeln sich zu Kurztrieben, deren Blattquirle Geschlechtsorgane tragen. Solche Kurztriebe sind in den Figuren 3 und 4 auf Tafel II abgebildet. Wie in der Figur 4 deutlich sichtbar ist, besteht der ganze Spross aus der Scheitelzelle *v* und drei Gliedern. Von den drei Blattquirlen ist der unterste schon mit grossen, der Reife nahen Antheridien versehen. Auch der zweite Quirl trägt schon verhältnissmässig grosse Anlagen, während die Blätter des jüngsten Quirls eben erst als Höckerchen über den Knotenumfang hervortreten. Der Kurztrieb in Figur 4 ist schräg von unten gesehen, dadurch wird die Sprossspitze unsichtbar. Man sieht ausser den mit Oogonien besetzten Blättern des ältesten Quirls nur noch einige bedeutend kleinere, noch sterile Blätter des zweitjüngsten Knotens; ein dritter Knoten war auch an dem hier gezeichneten Spross eben erst unterhalb der Scheitelzelle angelegt. Im natürlichen Verlauf der Dinge gehen die Kurztriebe nach der Reife der Geschlechtsorgane mit der ganzen Pflanze zu Grunde. Durch Experiment gelingt es indess, wenn man rechtzeitig

die concurrirenden vegetativen Achsen fortschneidet, die Kurztriebe in Langtriebe überzuführen, und zwar nimmt dabei nicht nur der Vegetationspunkt seine Thätigkeit aufs neue auf, sondern auch die schon ausgebildeten Internodien, voran das älteste, strecken sich und schieben die Sprossspitze aus der Achsel über den Blattquirl hinaus. Ich habe den Versuch nur mit männlichen Kurztrieben machen können, glaube aber nicht, dass sich die Kurztriebe der weiblichen Exemplare wesentlich anders verhalten werden, wenn man nur früh genug experimentell eingreift.



G. Karsten del.

W. A. Meyn, Lith. Inst. Berlin S.

Untersuchungen über Diatomeen.

Von

G. Karsten.

III.[1])

(Hierzu Tafel VI.)

Dickieia crucigera.

De Toni, Sylloge I, 309.
W. Smith, Brit. Diat. II, pag. 74, Taf. 56, Fig. 354.
Van Heurck, Synopsis. pag. 110, Taf. 16, Fig. 1.
= Schizonema crucigerum. W. Sm.

Mitte October 1896 trat diese Form zahlreich im Sandboden des flachen Ufers auf und entwickelte sich aus mitgebrachten Grundproben gut in den wie früher angestellten Culturen.

Zunächst waren freilebende, einzelne Individuen, mit lebhafter Bewegung begabt, häufiger, später fanden sich mehr grössere Colonien aus 30 und mehr Individuen bestehend von unregelmässig begrenzter, lang-fadenförmiger Gallerthülle eingeschlossen, in der sie sich hin und her bewegen konnten. Die Gallerte wollte sich, abweichend von früher beobachteten Diatomeen-Gallerten, mit Methylenblau (in Meerwasser gelöst) nicht färben.

An der Schalenzeichnung (Fig. 1 u. 2) waren Einzelindividuen wie Colonien leicht kenntlich. Es hebt sich schon bei mittlerer Vergrösserung ein scharf begrenztes Mittelkreuz auf jeder Schale ab. Bei starker Vergrösserung erkennt man, dass die Schalen in der Mitte eine geringe Einsenkung aufweisen, die in Fig. 2 an den Rändern gezeichnet ist. Jedoch verläuft eine derartige Rinne quer über die ganze Schale. Ziemlich feine Querstriche sind von der scharf begrenzten Raphe aus beiderseits bis an den Schalenrand vorhanden, sie werden durch ein recht feines, aber mit Zeiss, Apochromat 2 mm 1,30 Apertur völlig auflösbares System von Längsstreifen rechtwinkelig geschnitten. Das stärkere Hervortreten der mittleren Querstriche beruht (lediglich?) auf der schiefen Beleuchtung, welche diesem Theil der Schale infolge der erwähnten, concav einschneidenden Querrinne zu Theil wird. Es treten, wie Fig. 2

1) cf. Flora 1896, 286 und ibidem 1897, 33.

wiedergibt, die beiden von drei einschneidenden Strichen begrenzten, in die Rinne entfallenden Querfelder stärker hervor.

Die Länge der Schalen schwankte zwischen 90 μ bis 180 μ. Die Breite der Schalen in der Mitte gemessen war ziemlich gleichmässig 12 μ. Auxosporen 204 μ : 19 μ. Die neue Schale zeigte jedoch auch nur eine Breite von 12 μ.

Der Plasmakörper von Dickieia crucigera folgt ganz dem Schema der Naviculeen.[1] Zwei in der Mitte mehr oder weniger ausgerandete Chromatophoren liegen den Gürtelbändern an, in der Mitte der Zelle ist eine, die beiden Chromatophoren verbindende, quere Plasmamasse sichtbar, in der sich der im lebenden Zustande nicht immer deutliche Zellkern findet. Pyrenoïde sind hier nicht vorhanden (Fig. 1 u. 3).

Schon bei der ersten Zusammenlagerung zweier zur Auxosporenbildung sich anschickender Individuen ist ein Unterschied den bisher untersuchten Naviculeen gegenüber deutlich wahrnehmbar. Die beiden, in der Länge meist recht verschiedenen Individuen[2] lagern sich nach meinen Beobachtungen hier stets mit den Schalenseiten gegeneinander (Fig. 3—5), und in dieser Lage vollziehen sich die nächsten, auf die Auxosporenbildung Bezug habenden Umlagerungen. Durch Ausscheidung einer sehr geringen, sich der Beobachtung leicht entziehenden Gallerte heften sich die Schalen aneinander und auf dem Substrat fest. Alsbald beginnen die Chromatophoren sich von den Gürtelbändern auf die Schalenseiten hinüberzuziehen. Die Bewegung beginnt in der Mitte der Zelle in unmittelbarer Nähe des Zellkernes und schreitet von da aus nach beiden Seiten hin fort, bis endlich jedes Chromatophor einer Schale in der ganzen Länge fest anliegt (Fig. 3).

Darauf muss die Theilung des Kernes erfolgen, denn bald sieht man zwischen den beiden Chromatophoren die Abgrenzung der beiden durch Längstheilung der Mutterzelle gebildeten Tochterzellen auftreten (Fig. 4). Unter einer mehr und mehr zunehmenden Contraction und Wellung der Chromatophoren ziehen sich die beiden Tochterzellen langsam zusammen und an einander vorüber bis jede eine Hälfte der Mutterschalen ausfüllt, so dass sie wieder das Bild einer

---

1) cf. Pfitzer, Bacillariaceen pag. 61.

2) Hier einige Zahlenangaben über die Längenmaasse zur Copulation zusammenliegender Mutterzellen: 112 : 101 μ, 126 : 180 μ, 144 : 162 μ, 108 : 104 μ, 106 : 91 μ, 106 : 96 μ, 115 : 117 μ, 103 : 132 μ.

Theilung quer zur Längsaxe der Zelle vertäuschen[1]) (Fig. 5). Jetzt beginnen alle vier Tochterzellen zu schwellen und sich abzurunden. Die Schalen klaffen dabei immer mehr auseinander und endlich liegen die vier Tochterzellen frei neben einander. Dabei machen einzelne der vier abgesprengten Schalen eine Bewegung um etwa 90° aus ihrer früheren Ruhelage, ein Beweis, dass sie an den Tochterzellen fester haften als am Substrat (Fig. 6).

In oft äusserst kurzer Zeit schwindet dann die Trennungslinie zwischen den sich berührenden Plasmakugeln ungleicher Abkunft und sie verschmelzen paarweise miteinander. So war in Fig. 7 die Vereinigung der beiden unteren Tochterzellen beim Beginn der Beobachtung gerade erfolgt, die Zygote zeigt schon völlige Kugelform; die beiden noch frei gebliebenen oberen Tochterzellen flossen darauf unter meinen Augen zusammen, die längliche Form ist in der Zeichnung festgehalten.

Die Beobachtung gefärbten Materiales lehrt das Folgende: Im ruhenden Zustande der Zelle ist der Kern gleichmässig feinkörnig mit einem homogenen Kernkörperchen versehen. Bei der Aneinanderlagerung je zweier (bisweilen auch dreier!) Individuen sieht man, während die Umlagerung der Chromatophoren schon in der Mitte der Zelle beginnt, den Kern in wesentlich anderer Verfassung (Fig. 8). Statt des gleichmässig feinkörnigen Inhaltes sieht man eine in unregelmässig grössere und kleinere, runde oder längliche Körnchen gesammelte dichtere Masse, die den Chromosomen ganz oder theilweise entsprechen wird. Dazwischen ist die Grundmasse mehr oder weniger feinfädig geworden und bildet an der Peripherie unregelmässige fadenförmige Ausläufer. Ein Kernkörperchen ist jetzt meist nicht deutlich nachweisbar.

Im nächsten Stadium (Fig. 9) ist die Umlagerung der Chromatophoren vollzogen. Das Innere des Kernes ist sehr inhaltsarm geworden. Die stärker tingirbare dichtere Masse hat sich in weniger zahlreiche und grössere, unregelmässig bis kugelig geformte Gebilde zusammengezogen, welche meist peripherisch gelagert sind. Die fadenförmigen Hervorragungen gehen meist über die Kernperipherie hinaus.

In Fig. 10 sind die fadenförmigen Gebilde mehr oder weniger vollständig verschwunden. Die dichtere Masse ist in einige wenige, in einem Falle sich paarweise gegenüberstehende Theile contrahirt.

---

1) cf. G. Karsten, Diatomeen I, 289 und II, 35 und 40.

Im anderen Falle scheinen sogar nur zwei grössere Partikel vorhanden, von denen das eine mit seiner Hufeisenform an die übliche Form der Chromosomen erinnert; hier sind aber noch kleinere Theilchen und ein Ueberrest der fadenförmigen Gebilde zu sehen. Der grössere, schwächer tingirte Körper könnte einem deformirten Kernkörperchen entsprechen. Genaueres liess sich bisher nicht ermitteln.

Jedenfalls also geht eine Kerntheilung von statten, auf welche noch vor oder gleich nach der Trennung der zwei Tochterzellen eine zweite Theilung folgt. Die Produkte der zweiten Theilung sind ungleichmässig je ein Grosskern und ein Kleinkern.

Nach erfolgter Copulation der gegenüberliegenden Paare findet man in jeder der zwei Plasmamassen zwei Chromatophoren, zwei Grosskerne mit Nucleolus und zwei den Kernkörperchen ähnliche Kleinkerne (Fig. 11).

Jetzt beginnt eine deutliche Gallerthülle um jede Zygote sichtbar zu werden (Fig. 12).

In Fig. 12 ist ein kleiner Plasmarest mit einem Kleinkern und einem Stückchen Chromatophor nicht mit in die Zygoten aufgenommen; es hat sich zwar eine Zellhaut um dies Kügelchen gebildet, doch ist die Gallertausscheidung unterblieben.

Bei der vorher erwähnten Zusammenlagerung dreier Individuen geht die Theilung in jedem einzelnen genau so von statten; doch schien es mir, dass stets nur zwei Mutter-Individuen die paarweise Copulation vollzogen und die Tochterzellen des dritten Individuums unthätig liegen blieben, um früher oder später zu Grunde zu gehen.

Nach vollendeter Copulation setzt alsbald das Längenwachsthum der Zygoten ein. Sie bleiben, so lange die Ausdehnung auch dauert, von einer sich gleichmässig mit in die Länge dehnenden Gallerthülle umgeben, die allerdings oft sehr wenig ins Auge fallend ist (Fig. 13 und 14). Die Streckung erfolgt parallel der Richtung der Mutterschalen. Das Perizonium ist im ganzen Verlauf gleichmässig kurz quer gewellt; die Kappen sind glatt (Fig. 13 u. 14).

Die zwei Chromatophoren ordnen sich zunächst in der Längsrichtung aneinander, um dann in die Länge zu wachsen. Die seichte Einbuchtung wird dabei oft (Fig. 13) deutlich. Die Grosskerne vereinigen sich zu einem die Zellmitte einnehmenden Kern, der vorerst zwei Nucleolen zeigt. Die Kleinkerne bleiben hier z. Th. ausnahmsweise lange erhalten (Fig. 14).[1])

---

1) Die Kerne sind nachträglich nach dem gefärbten Präparat eingezeichnet.

In Fig. 14 ist im Perizonium eine kleine, mit Kleinkern ausgestattete Zelle mit eingeschlossen worden. Sie muss sich also nach der Copulation abgesondert haben. Es dürfte nicht zweifelhaft sein, dass sie später zu Grunde geht. Die Schalenbildung erfolgt nach Abwendung des Inhaltes von der einen Längsseite des Perizoniums auf dieser freien Seite zuerst, dann auf der anderen Seite. Trotz mehrtägigen Wartens konnte ich eine Oeffnung des Perizoniums nicht wahrnehmen und möchte glauben, dass erst bei erfolgender Theilung die zu klein gewordene Perizoniumhülle mechanisch gesprengt wird.

Nitzschia longissima (Bréb.) Ralfs.

De Toni, Sylloge I, 547.

W. Smith, Brit. Diat. I, 42, Taf. XIV, Fig. 119 = N. birostrata.

Van Heurck, Synopsis 185, Taf. LXX, Fig. 1 u. 2.

Die Form fand sich Anfang October 1896 nur ein einziges Mal in einiger Menge, später wurden lediglich vereinzelte Exemplare auf Sandboden gefunden. Die Cultur gelang zunächst ganz gut, dann ging die Art plötzlich ohne ersichtlichen Grund schnell zurück und verschwand fast spurlos.

Die Beobachtungen über Auxosporenbildung sind daher höchst lückenhaft geblieben. Da aber die Beobachtungen über Nitzschieen [1]) bisher fast ganz fehlen, so schien mir auch das Wenige, was ich dazu neu beitragen kann, von Interesse zu sein.

Von allen übrigen Nitzschieen unterscheidet sich Nitzschia longissima durch die zahlreichen länglich gestreckten schmalen Chromatophoren, die in ihrer Mehrzahl den Gürtelbändern anliegen (Fig. 15 u. 16). Ein ziemlich grosser Zellkern ist in der Zellmitte auch im lebenden Zustande deutlich. Die zur Auxosporenbildung schreitenden Individuen legen sich zu zweien zusammen. Ob dabei irgend eine regelmässige Anordnung der Schalen zu einander beobachtet wird, kann ich nicht angeben. Denn die Befestigung ist immer auf einen der langgestreckten Schnäbel beschränkt, um den die Zellen oder Schalen pendeln und auch Axendrehungen ausführen können. Daher scheint mir nur ein rein mechanisches Hängenbleiben

---

1) cf. Klebahn, H., Beitr. z. Kenntn. d. Auxosporenbildung. Pringsh. Jahrb. f. w. Bot. 29, 1896 in der Uebersicht der beobachteten Fälle von Auxosporenbildung pag. 603.

der spitzen Schnäbel vorzuliegen. Eine Festheftung mittelst Gallertausscheidung, wie sie für Synedra gefunden ward,[1]) konnte niemals beobachtet werden und müsste auch Axendrehungen verhindern. Die zusammenlagernden Individuen sind meist von recht verschiedener Grösse.[2])

Der Plasma-Inhalt zieht sich von den Schnäbeln zurück (Fig. 17) und nach vollendeter Kerntheilung tritt eine Trennungslinie in der Mitte der Plasmamasse der Länge nach auf. Die Contraction geht weiter, zunächst an den am freien Ende auseinanderklaffenden Schalen entlang bis zur Kugelform. Die beiden Tochterzellen liegen dann als freie kugelige Plasmamassen nebeneinander (Fig. 17).

Die Verschmelzung der Tochterzellen habe ich nicht gesehen. Da aber das nächste Stadium (Fig. 18) regelmässig eine bauchig-aufgeschwollene Form zeigt, die sich aus dem einfachen Kugelstadium (Fig. 17) kaum ohne Weiteres entwickelt haben könnte, so halte ich die Verschmelzung für in hohem Grade wahrscheinlich. Auch konnten niemals mehr als zwei Tochter-Individuen in entsprechender Aneinanderlagerung nachgewiesen werden — obgleich hier ja stets der Einwand bleibt, sie seien fortgespült. Die Untersuchung gefärbten Materiales konnte sich nur auf vereinzelte Fälle erstrecken, da die Mehrzahl der freien, nicht festhaftenden Individuen verloren ging. In diesen einzelnen Fällen konnte stets nur ein einziger Kern mit Nucleolus nachgewiesen werden. Es müsste also die Verschmelzung der Kerne hier sehr geschwind erfolgen. Ob Kleinkerne gebildet werden, bleibt ganz dahingestellt.

Die Längsstreckung erfolgt stets in Richtung parallel den Mutterzellschalen (Fig. 18—20). Das Perizonium ist weit, von glatter Oberfläche, aber in den Culturen vielfach unregelmässig gebogen. Es besitzt stets deutlich eine aufgebauchte Stelle, die der tonnenförmigen Aufschwellung des Anfangsstadiums entspricht und stets den Zellkern umschliesst. Die Chromatophoren strecken sich während des Wachsthums der Zelle beträchtlich in die Länge. Bei der Schalenbildung zieht sich der Plasmaleib vom Perizonium zurück, vermuthlich erst auf einer, dann auf der andern Seite. Man gewahrt

1) G. Karsten, Diatomeen II, pag. 34.

2) Z. B. in gemessenen Fällen: 227 μ und 310 μ; 248 μ und 347 μ; 216 μ und 324 μ; grösste überhaupt gemessene Länge 616 μ, geringste 126 μ. Ueber den Schalenbau der Nitzschien insbesondere ihre „Kanalraphe“ vergl. O. Müller, Ortsbewegung der Bacillariaceen III: Ber. d. D. bot. Ges. 1896, 54 f., Taf. III, Fig. 3—5 a.

dann an den Endpunkten der Hülle das Abheben eines kappenförmigen Gebildes (Fig. 20). Aus einer der Oeffnungen dürfte dann das freibewegliche Nitzschia-Individuum ausschlüpfen. Die Länge dieses vollständig ausgebildeten jungen Individuums betrug 616 μ. Das kleinste Individuum, das ich gefunden, zeigte 126 μ; doch war hier nur ein Schnabel entwickelt, wie es bei der Art häufiger vorkommt. cf. van Heurck l. c.

Melosira Borreri Grév.[1])

W. Smith, Br. Diat. II, 56, Taf. 50, Fig. 330.

Van Heurck, Synopsis 198, Taf. 85, Fig. 5—8.

De Toni, Sylloge II, 1328. Lysigonium moniliforme (Müller) Link.

Melosira Borreri ist eine der Herbst- und Winterformen des Kieler Hafens. Wenn die Entwickelung der die Zosterablätter, Fucuspflanzen etc. besiedelnden Diatomeenformen mehr und mehr nachlässt, sieht man wohl den Sandboden flacher Stellen von dicken, lockeren Knäueln grobfädiger, brauner Algen überzogen. Es sind das fast Reinculturen unserer Melosira. Nach starken Nordoststürmen ist das flache Ufer vor Bellevue oft mit dichten Massen angetriebener Melosirafäden bedeckt.

So günstig dieser Umstand zum Auffinden der Form ist, so schwer ist es, sie auch nur kurze Zeit in Culturgefässen in normalem Wachsthum zu erhalten, oder gar zur Auxosporenbildung zu bringen. Im Sommer fand ich stets nur vereinzelte Zellen oder kurze Fädchen der Art, während sich im Winter vielleicht bis $^1/_2$ Meter lange Fäden bei grosser Sorgfalt würden frei präpariren lassen.

Die Grösse der Schalen schwankt erheblich. Ich fand zwischen 28 μ und 80 μ; van Heurck gibt 25—60 μ an.

Die Zellwand von Melosira Borreri ist sehr stark (Fig. 21 und 23) und, wie schon Pfitzer[2]) angibt, deutlich zweischichtig. Eine innere dünnere Lage ist scheinbar ganz homogen, die äussere, etwa viermal stärkere, zeigt sich im optischen Durchschnitte von Porenkanälen rechtwinkelig zur Oberfläche völlig durchsetzt. Diesen ent-

---

1) Die Unterordnung dieser Form in die Gattung Melosira, wie sie auch in der neuesten systematischen Bearbeitung im Engler-Prantl Nat. Pflzf. I, 1b 59 von Schütt festgehalten ist, erschien mir richtiger als die von De Toni vorgenommene Zerstückelung der Gattung.

2) cf. Pfitzer, Bacillariaceen, Bonn 1871, pag. 128.

spricht eine feine Areolirung der gesammten freien Schalenoberfläche.[1])

Die Gürtelbänder sind kaum $^1/_5$ so stark wie die Schalen. Sie besitzen je nach ihrer Länge mehr oder weniger zahlreiche Systeme von aus je 2, 3 oder meist 4—5 Punktreihen bestehenden Zeichnungen, die dann von schmäleren, ganz glatten Streifen unterbrochen werden. Diese Systeme von abwechselnd gezeichneten und glatten Querringen der Gürtelbänder sind in verschiedener Zahl an der Zelle, Zwillings- oder Drillingsgruppe vorhanden. Ich fand zwischen drei und sechs punktirten Streifen auf den einzelnen Gürtelbändern, dazwischen also zwei bis fünf glatte Ringe. Daraus geht hervor, dass ein stetiges Längenwachsthum der Gürtelbänder innerhalb bestimmter Grenzen stattfindet. Jedes Gürtelband beginnt an der Schale mit einem punktirten Ringe. Dort, wo die Gürtelbänder übereinander greifen, sah ich in der Regel ebenfalls punktirte Streifen, doch gelang es nachzuweisen, dass in einzelnen Fällen das untere Gürtelband mit glattem Ringe abschloss. Daraus folgt, dass voraussichtlich das Längenwachsthum der Gürtelbänder stets, jedenfalls aber in einzelnen Fällen, durch Endzuwachs und nicht intercalar von statten geht. cf. auch Müller, l. c. 252.

An den zu einander gehörigen Gürtelbändern ist die Zahl der glatten und punktirten Ringe in der Regel gleich, doch fand ich in einzelnen Fällen auch kleine Differenzen um ein, höchstens zwei Ringe.

Dort wo zwei Schalen sich Rücken an Rücken berühren (Discus), tritt eine allmähliche Abnahme der Wanddicke, begleitet von geringer Vorwölbung ins Zelllumen, auf. Die Folge davon ist, dass zwischen je zwei Zellen ein geringer linsenförmiger Raum bleibt, der von einer mit Methylenblau, Bismarckbraun etc. sehr stark tingirbaren Gallerte ausgefüllt wird. Mit Hülfe dieser zähen Gallerte bleiben die einzelnen Zellen und Zwillings- etc. -Gruppen zu Zellreihen verbunden, auch dient sie zur Festheftung einzelner Individuen oder ganzer Reihen auf beliebigem Substrate. cf. Figuren bei W. Smith l. c.

Die Chromatophoren sind zahlreich, klein, meist von Biscuitform. An älteren Zellen mit weit von einander geschobenen Schalen sieht

---

1) Die sorgfältigsten Beobachtungen über die Zellwand von Melosira finden sich in der bekannten Arbeit von O. Müller: Die Zellhaut und das Gesetz der Zelltheilungsfolge von Melosira (Orthosira, Thwaites) arenaria Moore. Pringsh. Jahrb. f. w. B. 14. 245, 1884.

man oft die Chromatophoren in beiden Schalen gehäuft, während die Zellmitte gänzlich oder fast gänzlich davon frei bleibt.[1])

Den Zellkern der ruhenden Zelle erkennt man erst am gefärbten Object. Fig. 21 stellt eine Zwillingsgruppe von Melosira Borreri im optischen Medianschnitte dar. Man erkennt, dass jede Zelle nur das Gürtelband der älteren, umschliessenden Schale entwickelt hat; erst bei eintretender Zelltheilung würde die Ausbildung der zwei anderen Gürtelbänder erfolgen.[2])

Hier erkennt man den Zellkern als eine scheibenförmig abgeplattete, ziemlich in der Mitte der älteren (mit Gürtelband versehenen) Schale jeder Zelle liegende, in den Zellraum vorragende Erhabenheit, mit einem stark tingirten, stets sehr deutlichen Nucleolus am Scheitel.

Eine (durch plötzliches Schieben des Deckgläschens bisweilen erreichbare) Flächenansicht des flachen Schalenrückens (Discus) (Fig. 22) zeigt, dass der flache Kern runden Umriss hat und in einer Plasmamasse eingebettet liegt. Sternförmig strahlen Plasmastränge vom Kern aus an der Wand entlang. — Der Nucleolus liegt in einem farblosen Raum innerhalb des Kernes; es dürfte das auf eine durch das Fixirungsmittel ausgeübte Contraction zurückzuführen sein.

Durch Anwendung von Safranin oder Eosin gelang es mir ausserdem, das Vorhandensein von Plasmasträngen bei dieser Art festzustellen, welche, vom Kern ausgehend, das Zelllumen der Länge nach durchsetzen, sich oft baumförmig verzweigen und mit einer Verbreiterung an der gegenüberliegenden Schalenmitte enden (Fig. 21).[3]) Diese Plasmastränge sind völlig farblos und in der lebenden Zelle durch die wandständigen Chromatophoren verdeckt. So wird in der Zwillingsgruppe eine innigere Verbindung der excentrisch angeordneten Kerne mit allen Theilen ihrer Zelle und, mit Hilfe der dünnen Wandstelle im Discus, auch wohl unter sich erreicht. Mit Rücksicht auf diese constante Lage des Kernes erscheint die Zwillingsgruppe als die naturgemässe und

---

1) cf. Lüders, Beobachtungen über die Organisation, Theilung und Copulation der Diatomeen, Bot. Ztg. 1862, 60. Hier wird dieselbe Erscheinung für Melosira varians beschrieben und — wohl irrthümlicher Weise — für eine der Auxosporenbildung vorangehende Erscheinung (Trennung des Plasmas und Wiedervereinigung) gehalten. Die ebendort beschriebenen lebhaften Protoplasmabewegungen treten in dem Maasse hier nicht auf.

2) Vergl. hierzu Pfitzer l. c. und besonders Müller l. c.

3) Pfitzer findet im Fehlen des Plasmastranges einen Hauptunterschied gegen Coscinodiscus. l. c. 128.

vortheilhafteste Verbindung. Diese Ruhelage verlässt der Kern, sobald die Zelle sich zur Theilung anschickt. Er rückt an der Wand entlang in die Mitte und liegt dem Gürtelband an. Die abgeplattete Scheibenform erkennt man dabei sehr deutlich.

So zahlreich die Fälle sind, in denen ich den Kern in der Zellmitte vor der Theilung antraf, so zeigte er stets noch den deutlichen Nucleolus. Eine Einschnürung und Verdoppelung, erst des Kernkörperchens, dann des Kernes, wie sie nach Pfitzer bei M. varians zu beobachten ist, konnte ich nicht feststellen.

Das erste Stadium, das ich wieder ziemlich häufig fand, zeigt die beiden Tochterzellen eben von einander getrennt und die zwei Tochterkerne beiderseits der Trennungswand. Die Kerne waren noch nicht wieder einheitlich, sondern zeigten im optischen Durchschnitt von der Seite zahlreiche, scheinbar unregelmässig verstreute Chromosomenstückchen. Eine günstig getroffene Flächenansicht des Discus ergab bei sehr starker Vergrösserung das Bild: Fig. 24, welches die Wiederanordnung unregelmässig verstreuter Elemente zu einem Faden oder Doppelfaden andeuten dürfte. Wenn der Kern sein normales Aussehen wieder gewonnen hat, so wandert er alsbald auf den ihm in der Ruhelage zukommenden Ort inmitten der älteren Schale zurück.[1])

Bevor die Auxosporenbildung besprochen wird, mag eine zweite Melosiree angefügt werden:

Gallionella nummuloïdes (Dillw.) Bory.

De Toni, Sylloge II, 1331.

W. Smith, Brit. Diat. 55, Taf. 49 Fig. 329. Melosira nummuloïdes.

Van Heurck, Synopsis 198, Taf. 85 Fig. 1—2.

Diese Form ist eine der verbreitetsten Diatomeen des Kieler Hafens. Sie findet sich das ganze Jahr hindurch, wenn auch nicht gleich häufig, in Form von festsitzenden, goldbraunen Räschen, die mit ihren oft recht langen, freien Fäden im Wasser hin- und herflottiren.

Die Grösse der Schalen schwankte von 14—30 μ und zeigte somit sehr geringe Differenzen. Schon hier mag auf die im Laufe des ganzen Jahres ununterbrochen von Statten gehende Auxosporenbildung als wahrscheinliche Ursache dieser Stetigkeit hingewiesen sein. Auch ist G. nummuloïdes diejenige Art, die bei jeglicher Cultur schon durch

---

1) cf. Pfitzer l. c. 130.

Wasserwechsel allein von neuem zur Auxosporenbildung angeregt werden konnte.

Die Zellwand bietet im wesentlichen gleiche Verhältnisse wie Melosira Borreri, doch ist die Wanddicke sehr viel geringer und die Zeichnung sehr viel feiner; ich habe sie nicht eingehender studirt. Die Schalen sind gerundet, sie berühren sich nur mit der äussersten Rundung. Es ist ein kleines, bisweilen jedoch sehr ansehnlich geschwollenes Gallertpolster zwischen je zwei Zellen vorhanden.

Jede Schale ist von einem dem Anfang der Rundung aufgesetzten kreisförmigen Flügelrand gekrönt. Bisweilen (und hier in Kiel sehr häufig) fehlt der Flügelrand; Smith und van Heurck machen eine Abart daraus.

Dagegen fehlt der Flügelrand nach meinen Beobachtungen stets auch an der normalen Form den beiden Erstlingsschalen nach der Auxosporenbildung (Fig. 28), so dass man daran erkennen kann, ob eine neue, vergrösserte Reihe vollständig erhalten ist oder nicht. Die Zeichnung Tuffen West's bei Smith l. c. (Fig. 329) ist hierin nicht correct (ebenso wiedergegeben Engler-Prantl l. c. 57).

Die Chromatophoren sind nicht einfach biscuitförmig, wie wir sie bei Melosira Borreri fanden, sondern mehrfach und allseitig gelappt bis gefranst. Ihre Zahl dürfte die von 10—15 in jeder Zelle nur selten überschreiten. Die Zellkerne sind auch hier flach zusammengedrückt, kreisförmig mit grossem Nucleolus. Die übrige Masse des Kernes scheint meist sehr durchsichtig und substanzarm. Seine Lage entspricht genau derjenigen von Melosira Borreri und M. varians, so dass ich die Angaben und Zeichnungen Dippel's[1]) nicht bestätigen kann. Auch wenn der Kern zwecks Theilung seinen Ruheplatz verlässt, liegt er einer Seite des Gürtelbandes an, genau so, wie Pfitzer[2]) für M. varians angegeben. Das centrale Plasmaband, welches sich bei M. Borreri durch den Zellraum hindurch, vom Kern ausgehend, ausspannte, fehlt hier; es ist bei dem viel kleineren Umfang und Durchmesser der Zelle eben entbehrlich.

Die Auxosporenbildung der Melosireen.

Melosira varians wurde von Pfitzer und Schmitz[3]) eingehend beobachtet. Die Auxosporen bilden hier Aufschwellungen des Fadens,

1) L. Dippel, Beitr. z. Kenntniss der in d. Soolwässern von Kreuznach lebenden Diatomeen etc. Kreuznach 1870, 28. 29., Taf. II Fig. 17.

2) l. c. 129.

3) cf. Pfitzer l. c. 131, 132.

dessen Continuität sie nicht stören. Es heisst bei Pfitzer: „Vor Beginn jeder Anschwellung wird die innere Schale durch Längenwachsthum der Zelle bis an das Ende des Gürtelbandes der äusseren Schale geschoben. Ob die jüngere Schale selbst ein Gürtelband dabei entwickelt, welches nur dem der älteren eng anliegt, oder ob diese Entwickelung ganz unterbleibt, wage ich nicht zu entscheiden. Herr Friedrich Schmitz . . . spricht sich für die letztere Annahme aus.“ Das Plasma „scheidet, schon ehe die Zelle anzuschwellen beginnt, ringsum eine zarte, biegsame Membran aus, die namentlich da, wo sie der jüngeren Schale und dem Gürtelbandringe anliegt, sehr deutlich ist. . . .“ „Die von ihr umhüllte Zelle beginnt dann in die Dicke zu wachsen und sprengt dabei zunächst das Gürtelband ab. . . .“ „Nach Fr. Schmitz, dem ich in diesem Punkte beistimmen kann, reisst es dabei meist zuerst in einem kreisförmigen Sprunge an der Verbindungsstelle mit der Schale ab und wird dann durch einen Längsriss vollständig abgesprengt. Die wachsende Zelle rundet sich dann nach der jüngeren Schale hin mehr und mehr zur Kugelgestalt ab, während ihr entgegengesetzter Theil mit seiner dehnbaren Membran noch der älteren Schale anliegend bleibt. Der Zellkern liegt dabei stets zuerst in der jüngeren Schale, und später in dem kugelförmig gewölbten, an derselben Stelle befindlichen Ende der Auxospore. Es spricht dies, da nach dem S. 129 Mitgetheilten der Zellkern diese Lage nur nach der Theilung hat, sehr dafür, dass jede Auxosporen bildende Zelle eben erst durch eine Zelltheilung entstanden sei, und gegen die Lüders'sche Auffassung, wonach in den — eben entstandenen — Zellen wieder eine hypothetische Theilung eintreten soll.“

Soweit Pfitzer über Melosira varians. Vergleichen wir damit meine Beobachtungen.[1])

Bei Gallionella nummuloïdes zeigt uns Fig. 29 eine Zwillingsgruppe, Fig. 30 und 31 Drillingsgruppen, deren eine und zwar stets jüngste (natürlich nach der Entstehungsfolge der Schalen gerechnet) Zelle in Auxosporenbildung begriffen ist. Die Lage der Kerne war in allen Fällen die normale, nämlich in jeder Zelle im Mittelpunkt der älteren Schale.

Das übergreifende Gürtelband der äusseren (älteren) Zelle wird mit der Zelle selbst und der bisweilen darin steckenbleibenden eigenen jüngeren Schale durch plötzliche Dehnung fortgeschoben, das eigene

1) c. f. auch Lüders c. l. 61.

Gürtelband vermuthlich gesprengt. Die Continuität des Fadens ist damit unterbrochen. Die einzelne abgestossene Zelle geht in den Culturen meist zu Grunde. Die hervorquellende Protoplasmakugel nimmt an Umfang mehr oder weniger rasch zu.

Der Kern beginnt aus der älteren Schale auszuwandern. Langsam rückt er an der Wand entlang in die kugelige Aussackung hinein, deren Wandung inzwischen durch Kieselsäure-Einlagerung fest geworden ist und nicht mehr beim Tode oder Plasmolyse der Zelle zusammenfällt. In ganz vereinzelten Fällen freilich nur, aber doch mit genügender Sicherheit, liess sich dabei eine eigenartige Formänderung des Kernes feststellen. Er war etwas in die Länge gezogen und das sonst stets genau centrale Kernkörperchen war ganz in das eine Ende gewandert (Fig. 29 und 31). Am entgegengesetzten Ende ist nur ein undeutlicher, dunkler tingirter Rest eines ganz an der Peripherie gelagerten Körpers bemerkbar, den ich als zweiten, im Schwinden begriffenen Nucleolus anspreche. Die Analogie mit Melosira Borreri wird diese Willkür sogleich rechtfertigen.

Nach dieser trotz eifrigsten Suchens nur noch in vereinzelten Fällen nachgewiesenen, in völliger Reduction befindlichen Kerntheilung — die an der Zelle selbst spurlos vorübergeht — setzt der wieder normal aussehende Kern seine Wanderung fort. Er langt im äusseren Pole der Kugel an (Fig. 32). Das Protoplasma zieht sich aus der älteren Schale der Mutterzelle ganz heraus und scheidet an der kugeligen Aussenseite die erste Schale ab, welche dem Perizonium so dicht anliegt, dass man sie bei dem geringen Durchmesser beider Gebilde kaum genau von einander unterscheiden kann. Die rings über den Aequator der Kugel verlaufende Grenzlinie ist aber ein deutliches Zeichen ihrer Existenz (Fig. 32).

Die jüngere Schale wird darauf in gleicher Weise dem Perizonium eingelagert; sie trennt erst den freien Raum der Mutterschale von der Auxospore ab. In der genauen Einpassung der Schalen in das Perizonium ist offenbar auch der Grund zu suchen, dass der Flügelrand der Species in den Erstlingsschalen nothwendig fehlen muss. Es ist mir wahrscheinlich, dass die Erstlingsschalen hier zeitlebens von dem Perizonium — das sich bei der Theilung entsprechend öffnen müsste — umhüllt bleiben, doch kann ich es nicht mit aller Sicherheit behaupten.

Aus dieser Darstellung ergibt sich mit vollster Gewissheit, dass die Vermuthung Pfitzer's, jede Auxosporen bildende Zelle sei gerade vorher erst durch eine Theilung entstanden, für Gallionella wenigstens

unhaltbar ist. Vielmehr geht in der That eine Wanderung des Zellkernes regelmässig vor sich, wie sie sonst nur bei Kern- und Zelltheilungen statt hat.

Diese Wanderung findet nach dem erwähnten Citate Pfitzer's, der den Kern stets in der jüngeren Schale fand, ganz ebenso bei Melosira varians statt, nur dass sie hier früher beginnt und schneller verläuft, so dass Pfitzer stets nur die vollendete Thatsache constatiren konnte.

Nach dem ganzen, so überaus regelmässigen Aufbau des Protoplasmaleibes dieser Pflanzen würde eine solche plötzliche Lagenänderung des Kernes schon die Vermuthung eines sich vorbereitenden Theilungsschrittes rechtfertigen. In der That liegt ja eine solche Theilung auch vor, obschon nur noch in stark reducirten Ueberresten nachweisbar.

Eine Folge der Lagenänderung des Kernes dürfte es sein, dass die zunächst gebildete Erstlingsschale auf der — freilich ja auch des Schutzes bedürftigeren — Aussenseite liegt.

Das Material für die Beurtheilung von Melosira Borreri ist viel dürftiger, da die Form in Cultur nur schwierig zu halten ist. Doch gelang es ein paar Auxosporen, die einzigen, die sich in den Culturen zeigten, gerade im entscheidenden Momente zu fixiren (Fig. 25 u. 27). Eine jede steckt in der älteren Schale einer Zelle; die jüngere Schale und der aus mindestens einer älteren Zelle bestehende Rest des Fadens ist abgesprengt. Fig. 25 ist eben im Beginn der Ausdehnung, Fig. 27 ausgewachsen.

Die ganze Oberfläche der Auxosporen ist mit Chromatophoren bedeckt, die demnach aus lebhafter Theilung der viel weniger zahlreichen Chromatophoren der Mutterzelle hervorgegangen sein müssen. Auch in dem jugendlichen Zustande (Fig. 25) hat der Zellkern — der natürlich in der Mitte der älteren Schale gelegen haben muss — seine Wanderung bereits fast vollendet; eine Aehnlichkeit mit M. varians. Er liegt der Wand unmittelbar an, nur noch etwa $^1/_8$ des ganzen Weges vom Pole der Auxospore — seinem Zielpunkte — entfernt.

Es gelang durch geringen einseitigen Druck auf das Deckglas, die Zellreihe so zu drehen, dass der Kern an der Oberseite in günstigster Lage für die Beobachtung lag (Fig. 26).

Da zeigte sich nun, dass zwei grosse Kernkörperchen im Kerne, der ein wenig in die Länge gezogen erschien, vorhanden waren.

Mit den Fig. 25 und 26 vergleiche man, was Pfitzer l. c. 129 über das Bild der Kerntheilung vegetativer Zellen von Melosira varians sagt: „Das Kernkörperchen, welches unter dem Scheitel des Kerns liegt, verbreitert sich in Richtung der Zellaxe und schnürt sich dann unter den Augen des Beobachters ein, sich endlich in zwei nur noch durch einen dünnen Faden verbundene Theile trennend.“ „Die Hälften des Kernkörperchens rücken dann schnell aus einander und nun fliesst auch die Masse des Kerns gewissermaassen aus einander, so dass derselbe die Gestalt zweier, durch ein Thal getrennter Hügel annimmt“[1]) etc. Darnach ist nicht daran zu zweifeln, dass unsere Abbildungen eine Phase einer richtigen Kerntheilung an dem noch auf der Wanderung befindlichen Auxosporenkern wiedergeben. Und es wird auch die Berechtigung, den analogen, aber minder klaren Vorgang bei Gallionella nummuloïdes als in Rückbildung begriffene Kerntheilung zu deuten, kaum mehr bestritten werden können.

Was aus den zwei Nucleolen im Auxosporenkern wird, ob sie wieder mit einander verschmelzen, oder ob einer von ihnen ausgestossen wird, konnte ich nicht feststellen, doch enthält kurze Zeit darauf die in ihrer äusseren Ausdehnung vollendete Auxospore (Fig. 27) nur einen unter dem Kernscheitel liegenden Nucleolus im polständigen Kern.

Die Ausbildung der Erstlingsschalen in den Auxosporen weicht hier, wie schon Pfitzer[2]) angibt, besonders darin von Gallionella ab, dass sie nur lose im Perizonium darin liegen. Der Lage des Kerns entsprechend wird auch hier die äussere Erstlingsschale zuerst gebildet.[3])

---

1) Das letztere Bild bezieht sich natürlich nur auf die Profilansicht.

2) l. c. pg. 133, cf. W. Smith l. c. Fig. 330.

3) In einer Mittheilung an die Kgl. Sächs. G. d. W. zu Leipzig, 7. Dec. 1896, berichtet Pfeffer „Ueber den Einfluss des Zellkerns auf die Bildung der Zellhaut“. Aus den Versuchen, welche die Ausscheidung einer Zellhaut nur an den mit dem Zellkern direct oder durch Verbindungsfäden zusammenhängenden Cytoplasmamassen erkennen liessen, folgert er u. a. pg. 510: „Wissen wir auch nicht, bis auf welche Entfernung gerade der zur Hautbildung führende Reiz wirkt, so reichen doch die mitgetheilten Thatsachen in Uebereinstimmung mit anderen Erfahrungen aus, um zu zeigen, dass es gerade in dieser Function nicht allzusehr auf die unmittelbare Nachbarschaft des Zellkerns ankommt.“ Die regelmässigen Kernwanderungen bei den Melosireen an die Orte, wo Zellhautbildung stattfindet, scheinen mir ein Beispiel zu sein, welches vor einer zu weit gehenden Verallgemeinerung dieses Satzes warnen könnte, obgleich die Berechtigung der Schlussfolgerung aus den mitgetheilten Versuchen nicht bestritten werden soll.

Es spielen sich also, trotz geringer quantitativer Unterschiede in dem Grade der Reduction, bei der Auxosporenbildung der Melosireen dieselben eigenartigen Vorgänge ab, die ich in einer früheren Mittheilung[1]) über diesen Gegenstand zuerst für die Auxosporen von Synedra affinis nachweisen konnte. Es scheint mir das eine Thatsache von einiger Bedeutung für die Anschauung der Auxosporenbildung überhaupt zu sein. Auf die damals angeführte Deutung als einfachsten Fall einer Copulation möchte ich weiter kein Gewicht legen.

Wie weit die Auxosporenbildung weiterer Formen der Centricae[2]) dem Verhalten von Melosira folgt, ist nach den wenigen überhaupt vorliegenden Beobachtungen über den Vorgang noch nicht zu beurtheilen. Nur für Sceletonema costatum kann ich mit ziemlicher Sicherheit eine bei der Auxosporenbildung stattfindende, wenn auch vielleicht reducirte Kerntheilung annehmen. Die Art bildete Mitte Sept. 96 die Hauptmasse des Plankton im Kieler Hafen. Leider war die Zeit der Auxosporenbildung — der Zellgrösse nach zu urtheilen — kurz vorher gewesen.

Schütt[3]) hat den Vorgang früher beobachtet: „Sceletonema costatum besteht aus sehr kleinen, büchsenförmigen Zellen von cylindrischem Querschnitt, die durch einen Kranz von feinen Stäbchen zu geraden Ketten vereinigt sind. Die Zellen führen je 1 oder 2 plattenförmige Chromatophoren“. Dann weiter mit Bezug auf eine Abbildung der Auxosporenbildung: „Die beiden Gürtelbänder der Zelle haben sich auseinander geschoben und aus dem Spalt ist das Plasma als Blase ausgetreten, doch ungleichmässig, so dass die beiden Hälften der Zellen knieartig gegeneinander geknickt erscheinen. Die wichtigen Zellorgane, Kern und Chromatophoren, sind in das Bläschen hineingewandert, das sich mit einem feinen Häutchen, der Kieselscheide oder dem Perizonium, umgeben hat und an der dem offenen Ende der Mutterzelle gegenüber die erste neue Schale der Erstlingszelle, von dreifach grösserem Durchmesser als die der Mutterzelle, ausgeschieden.“ (sic!)

---

1) G. Karsten, Untersuchungen über Diatomeen II, pag. 36. Der wesentliche Unterschied, dass aus der Synedra-Mutterzelle je zwei Auxosporen hervorgehen, darf freilich nicht übersehen werden.

2) cf. die von Schütt gegebene Eintheilung der Diatomeen im Engler-Prantl l. c.

3) F. Schütt, Wechselbeziehungen zwischen Morphologie, Biologie, Entwickelungsgeschichte und Systematik der Diatomeen. Ber. D. B. G. 1893 pag. 568.

Zu der Angabe, die Zellen führen je 1 oder 2 Chromatophoren, ist zu erwähnen, dass der Wortlaut zwar dem Sachverhalt entspricht, aber keinen richtigen Einblick in die thatsächlichen Verhältnisse gewährt.

Vielmehr führt jede Zelle von Sceletonema zunächst nur ein plattenförmiges Chromatophor, das den sehr kleinen mit scharf hervorstechendem Nucleolus versehenen Zellkern zu verdecken pflegt. Zur Zeit ihrer Hauptvegetation sind die gesammten Zellen in fortwährender Vermehrung durch Theilung begriffen. Der erste Theilungsschritt besteht darin, dass das Chromatophor in zwei Theile zerlegt wird, welche auf die beiden Schalenseiten der Zelle rücken. Unter fortwährendem Auseinanderweichen der Schalen und Vergrösserung des Zellraumes rückt die Theilung weiter vor, die mit Kerntheilung und Scheidewandbildung ihren Abschluss findet. Jede Tochterzelle hat also wieder ein Chromatophor. So ergibt sich denn freilich für eine lediglich den Thatbestand registrirende Angabe: 1—2 Chromatophoren.

Die zugehörige Abbildung zeigt nun in der Auxospore den Kern in sehr undeutlichen Umrissen und zwei grosse Chromatophoren. Es ist also nach meiner Auffassung die Sceletonema-Auxospore im Theilungszustand befindlich. Eine genauere Untersuchung würde wahrscheinlich nähere Details auch über eine stattfindende Kernveränderung herausfinden können, und bis dahin mag eine weitere Beurtheilung des Falles verspart bleiben.

Das wesentliche Resultat dieser Mittheilung wäre demnach, dass die Auxosporenbildung von Melosira, wie diejenige aller in den früheren Mittheilungen behandelten Formen, sich auf eine modificirte Zelltheilung[1]) zurückführen lässt.

Damit ist die bisher so merkwürdig verwirrte und unklare Lehre von der Auxosporenbildung der Diatomeen auf einen einheitlichen Boden gestellt, der für alle die zahllosen oder doch mindestens sehr zahlreichen Modificationen, deren geringster Theil vermuthlich erst zu unserer Kenntniss gelangt ist, genügenden Raum bietet. Musste es doch sehr auffallen, dass die Fortpflanzungserscheinungen dieser so überaus einheitlichen Gruppe des Pflanzenreiches nach den bisherigen Darstellungen keinerlei gemeinsame Züge erkennen lassen wollten.

---

1) Denn dass der nachgewiesenen Kerntheilung eine Zelltheilung zu Grunde liegt, ist ja selbstverständlich.

Die bisher bekannten Formen des Vorganges sind trotzdem zu verschieden, als dass man sie direct aus einander ableiten könnte. Man muss vorläufig zwei grosse, verschiedene Stämme unterscheiden:

1. Typus der Melosireen oder vermuthlich der meisten „Centricae“ (Schütt):

   Auxosporenbildung mit Hilfe einmaliger meist (ob immer?) sehr reducirter Zellteilung.

2. Typus der Naviculeen, Cymbelleen, Achnantheen, Fragilarieen (Synedra) oder der meisten „Pennatae“ (Schütt):

   Auxosporenbildung mit Hilfe zweimaliger Zelltheilung, deren zweite oft reducirt ist.

Alle weiteren Begleiterscheinungen der Auxosporenbildung sind secundär erworbene Eigenschaften, die ja besonders innerhalb der zweiten Gruppe in grosser Mannigfaltigkeit auftreten, indem sie entweder ohne Sexualität den Vorgang klar erkennen lassen wie Synedra[1]), oder eine ausgesprochene Sexualität besitzen [die wiederum in verschiedener Form sich äussern kann: a) Brebissonia Boeckii, Rhopalodia gibba, Naviculeen etc., b) Cocconeis, Surirella etc., c) Achnanthes subsessilis], oder endlich eine wieder in Rückbildung begriffene Sexualität zeigen, wofür Libellus constrictus[2]) in Ermangelung anderer sicher erwiesener Beispiele angegeben sein mag.

Aus dem Schema ergibt sich, dass durchaus nicht die Möglichkeit von der Hand zu weisen ist, auch einmal Diatomeae centricae

---

1) Wie schon kurz erwähnt, gebe ich den früher cf. l. c. II. pag. 50 eingenommenen Standpunkt: in der Kernverschmelzung bei Synedra affinis die Andeutung eines Sexualactes zu erblicken, auf. Zwar hatte ich mir nie verhehlt, dass die Position auf die Dauer nicht zu halten sein würde, doch schien die Vertretung des Standpunktes mit Rücksicht auf die Deutung der Kleinkerne nothwendig. Seither bin ich zu der Ueberzeugung gekommmen, dass es lediglich der in Einzelfällen etwas verschieden wirkende Organisationsmechanismus der Zellen sein kann, der die reduzirten Theilungen bald in Form von Kleinkernen, bald als langgezerrte Kerne mit zweitem Nucleolus (mit oder ohne Abtrennung zu einem zweiten Kern) in Erscheinung treten lässt, und dass es für die Deutung ebenfalls unerheblich sein muss, ob der Kleinkern im Zellplasma verschwindet, oder ob bereits innerhalb des Kernes selbst der Ausgleich zu Stande kommt. Mit anderen Worten, weil ich sehe, dass gar kein anderer Weg als die Rückführung der Kleinkerne auf die Verhältnisse von Synedra möglich ist und es somit einer so gewagten Annahme nicht erst bedarf, räume ich die Position. Ich befinde mich also auf dem Wege, der morphologischen Deutung, die Klebahn (Rhopalodia gibba. Pringsh. Jahrb. f. w. Bot. 29. 642) zunächst anführt, und die ich bereits in dem Referat über diese Arbeit (Bot. Ztg. 1897 Nr. 2) zu stützen gesucht habe.

2) cf. G. Karsten, Unters. über Diatomeen I. 294.

kennen zu lernen, welche zu ihrer typischen Art der Auxosporenbildung den secundären Charakter der Sexualität als begleitende Erscheinung erworben hätten. Ja, unter der Voraussetzung, dass die Zelltheilung nicht reducirt sei, könnte die äussere Form völlig jener des Naviculeentypus etwa entsprechen.

Natürlich ist es ebensowenig ausgeschlossen, dass noch weitere Formen bekannt werden, die weder dem ersten, noch dem zweiten Typus angehören.

Wenn man diese letzt angedeutete Möglichkeit einstweilen bei Seite lässt, so muss man für die bisher bekannten Formen folgern, dass die Diatomeen ursprünglich nur die Vermehrung und Fortpflanzungsform der Theilung besassen. Die Auxosporenbildung ist eine aus der rein vegetativen Theilung (auf zweierlei Wegen nach bisheriger Erfahrung) abgeleitete Form der Fortpflanzung und Verjüngung.

Ist der erstere dieser beiden Sätzte richtig, so würde sich daraus ergeben

1. dass die Vorfahren der Diatomeen zu der Zeit, wo sie nur auf die Vermehrung durch Theilung angewiesen waren, keinenfalls Kieselschalen besessen haben können, oder doch keine solchen, die mit den jetzigen in Bezug auf das Einschachtelungsprinzip übereinstimmten, denn nach den von Pfitzer entwickelten bekannten Folgerungen hätten sich derartige Wesen nicht dauernd erhalten können;

2. die Auxosporenbildung oder ein entsprechender Ersatz ist also die nothwendige Consequenz der bei den Diatomeen allgemein angetroffenen Schachtelbildung in Verbindung mit der erfahrungsmässig vorliegenden Unfähigkeit dieser Schachtelwände (Schalen) zu wachsen, sich auszudehnen. Diese Fortpflanzungsform ist also so alt wie der Erwerb der Kieselpanzer selbst (mindestens in ihrer jetzigen Form).

So sind wir hier in der überaus seltenen Lage, angeben zu können, dass die Auxosporenbildung der Diatomeen mindestens seit der Kreideformation [1]) existirt haben muss. Und es wäre damit der überraschende Einblick gewährt, durch welche unermesslichen Zeiträume hindurch die Organismen Spuren einer früher einmal anders laufenden Entwickelung in ihrem plasmatischen Bau festzuhalten vermögen.

Kiel, 17. Januar 1897.

---

1) H. Graf zu Solms-Laubach, Einleitung in die Palaeophytologie, Leipzig 1887, pag. 36.

Figuren-Erklärung.

Tafel VI.

Fig. 1—14. Dickieia crucigera.

Fig. 2. Mittelstück der Schale.

Fig. 8—10. Die langsame Veränderung der Kerne bis zum Eintritt der ersten Theilung.

Fig. 15—20. Nitzschia longissima.

Fig. 21—27. Melosira Borreri.

Fig. 21. Optischer Medianschnitt durch eine Zwillingsgruppe.

Fig. 22 u. 24. Flächenansicht des Discus mit anliegendem Kern und Plasma.

Fig. 23. Optischer Schnitt durch die äussere Schalenwandung.

Fig. 26. Spitze von Fig. 25 stärker vergrössert.

Fig. 25. Junge, Fig. 27 ausgewachsene Auxospore, jedoch ohne Schalenbildung.

Fig. 28—32. Gallionella nummuloïdes.

Fig. 28. Verjüngte Reihe von 3 Zellen.

Fig. 29 u. 30. Absprengen von Gürtelband, Schwesterzelle und jüngerer Schale durch die sich dehnende junge Auxospore.

Fig. 31. Junge Auxospore. Kern im Beginn der Wanderung.

Fig. 32. Alte Auxospore. Kern am Pole der Auxospore angelangt. Erstlingsschale gebildet.

Vergrösserungen: Fig. 2. 8—10. 1500:1.
Fig. 11. 26. 29—32. 1000:1.
Fig. 12. 21. 22. 25. 27. 28. 500:1.
Fig. 23. 24. 2250:1.
Fig. 1. 3—7. 13. 14. 535:1.
Fig. 15—20. 325:1.

Die Figuren in angegebener Grösse gezeichnet, sind dann sämmtlich auf $1/2$ reducirt. Die farbig wiedergegebenen Zeichnungen sind nach lebendem Material ausgeführt. Die Wiedergabe der Schalenzeichnung beansprucht nur in den Fällen der Einzelbehandlung volle Genauigkeit und ist besonders bei den nach lebendem Material aufgenommenen Zeichnungen schematisirt.

Vergleichend-morphologische Untersuchungen über die Blattformen der Ranunculaceen und Umbelliferen.

Von
Georg Bitter.

Die vorliegende Arbeit wurde der Hauptsache nach im botanischen Institut der Universität Kiel ausgeführt und zwar in erster Linie nach dem dort vorhandenen Herbarmaterial. Die aus demselben gewonnenen Resultate wurden durch eingehende Beobachtungen im botan. Garten und in der freien Natur ergänzt. Meinem verehrten Lehrer, Herrn Geheimrath Prof. Dr. Reinke, bin ich sowohl für die freundlich ertheilte Erlaubniss des Gebrauches der Sammlungen als auch besonders für die mir jederzeit in bereitwilliger Weise gegebenen Rathschläge zu Dank verpflichtet. Während der Universitätsferien ist mir die Benutzung des Herbars im Museum meiner Vaterstadt Bremen durch die Liebenswürdigkeit des Directors, Herrn Prof. Dr. Schauinsland, und meines Freundes Herrn C. Messer, des botan. Assistenten daselbst, ermöglicht worden. Die beiden auf diese Weise von mir durchgearbeiteten Sammlungen ergänzen einander insofern, als das Kieler Herbar sich hauptsächlich aus älteren Collectionen zusammensetzt, während das Bremer Material mehr neueren Ursprunges ist und daher vielfach aus anderen Gegenden der Erde stammt als das erstere. Entsprechend der längeren, darauf verwandten Zeit bildet das Kieler Herbar die Grundlage für meine Untersuchungen, das Bremer hat hauptsächlich nur zur Controle gedient, zugleich verdanke ich ihm allerdings auch werthvolle Ergänzungen.[1])

Die Systematik hat für ihre Zwecke der leichten und möglichst sicheren Unterscheidung bei den Phanerogamen besonders für die Genera und die höheren Eintheilungsgrade die differenten Merkmale an Blüthe und Frucht bevorzugt, die übrigen Organsysteme dagegen nur in selteneren Fällen zu Rathe gezogen. Beispielsweise haben sich die Formen der Laubblätter wegen ihrer bei nahen Verwandten oft sehr verschiedenen Gestalt für die Charakterisirung der höheren

1) Manche für diese Untersuchung interessante Form fehlt in den beiden von mir benutzten, nur mittelgrossen Sammlungen: eine seit der Vollendung der Arbeit erfolgte Durchsicht unserer Familien im Berliner Herbar hat mich belehrt, dass sich die beiderseitigen Vergleichsformen noch in vorher ungeahnter Weise vermehren lassen. Die vorliegende Darstellung gibt also ein nur unvollständiges Bild der vielfachen Formenwiederholungen, es wird jedoch trotz der verhältnissmässigen Beschränktheit des verarbeiteten Stoffes die Aehnlichkeit der Blattgestalten unter einander deutlich genug werden.

und niederen Gruppen als wenig geeignet erwiesen. Gleichwohl bieten für manche natürliche Ordnungen bestimmte Blattgestalten ebensosehr typische Merkmale wie die Blüthenorgane, erinnert sei nur an die Coniferen, Gramineen und Cyperaceen. In anderen Fällen lassen sich in der Formenmannigfaltigkeit wenigstens insofern Beziehungen nachweisen, als sich die einzelnen Gestalten mit einander in morphologischen Zusammenhang bringen lassen. Das vergleichende Studium des Nebeneinanders der fertigen Formen in Verbindung mit dem ihrer Entwickelungsgeschichte bietet die Möglichkeit, den unbekannten Gestaltungsgesetzen, welche in ihnen ihren Ausdruck finden, auf die Spur zu kommen. Dies Problem zu lösen oder auch nur richtige Wege zur Untersuchung desselben einzuschlagen, ist dadurch sehr erschwert, dass die specifische Constitution jeder besonderen Art dabei betheiligt ist. Es kann also bei der Bearbeitung eines solchen Stoffes für's erste nur unsere Aufgabe sein, die Beziehungen der Formen unter einander darzustellen. Sind doch derartige vergleichende Untersuchungen bisher nur in spärlicher Zahl unternommen worden; es fehlt an eingehenden Zusammenstellungen von Blattformenreihen aus solchen Dicotylen-Familien, die in dieser Hinsicht eine reichere Gestaltung zeigen. Seit Rossmann's Beiträgen zur Phyllomorphose hat dies Gebiet ziemlich brach gelegen, nur Goebel hat unter eingehender Berücksichtigung der bisherigen vergleichend-morphologischen Ergebnisse — in seiner „Vergl. Entwickelungsgesch. der Pflanzenorgane“ (Schenk's Handb. d. Bot. III) — durch die Einführung der entwickelungsgeschichtlichen Betrachtung auch hier grössere Klarheit geschaffen. Seitdem sind nur wenige Arbeiten über Blattformen erschienen. Ich darf daher hoffen, dass die nachfolgenden vergleichenden Untersuchungen eine wenn auch bescheidene Förderung unserer morphologischen Kenntnisse bedeuten.

Unsere Arbeit hat es sich vor Allem zur Aufgabe gemacht, den Blattformenreichthum der Ranunculaceen und Umbelliferen in der Art einer von einem festgestellten Punkte (d. i. einer verhältnissmässig einfachen Form) aus nach verschiedenen Seiten ausgehenden, vergleichenden Studie zu sichten und in ihm gemeinsame Eigenthümlichkeiten der Gestaltungsart nachzuweisen. Es sollen hier vornehmlich die Blattformen als solche, herausgehoben aus den die betr. Pflanzen umgebenden Verhältnissen, betrachtet werden, die letzteren dagegen nur nebenher Berücksichtigung finden.

Aus der Blattformenfülle der Ranunculaceen will ich am Beginn unserer Darstellung eine bestimmte Gestalt herausgreifen, um eine Vergleichsbasis zur Beschreibung und Anreihung der übrigen Formen zu gewinnen. Mit dem Begriff dieser „Grundform“ verbindet sich für mich selbstverständlich keine Vorstellung von irgend einer „Ur“form, aus welcher die andern Gestalten genetisch abzuleiten wären. Die Grundform ist für mich nichts anderes als ein passend gewählter Typus, um welchen herum sich die übrigen Blattgestalten in natürlicher und daher anschaulicher Weise gruppiren lassen. Um einen topographischen Vergleich zu gebrauchen: sie entspricht einem Orte,

von dem aus man auf die einfachste Weise nach anderen, in verschiedenen Richtungen liegenden Orten gelangen kann.

Aus diesen Bemerkungen geht klar hervor, welcher Sinn mit einigen, im Verlaufe der Darstellung mehrfach wiederkehrenden Ausdrücken, wie „es entsteht", „es resultirt", „es verschwindet" und ähnlichen Bezeichnungen, die ein Werden, ein Hervorgehen der einen Form aus einer anderen andeuten könnten, in Wirklichkeit zu verbinden ist. Sie dienen innerhalb unserer constructiven Betrachtung, welche in dem Nebeneinander der Gestalten besonders die Uebergänge hervorzuheben strebt, als bildliche Bezeichnungen, die Constructionen durch anschauliche Worte zu beleben. Also nochmals: der Gedanke eines zeitlichen Zusammenhanges, der Succession secundärer Formen auf andere, ältere, darf unseren Formenreihen nicht untergelegt werden.

Ein genetischer Zusammenhang ist nur an den auf einander folgenden Laubblattformen einer und derselben Pflanze zu bemerken. Dort verharren die unteren auf einem primitiveren Stadium, das die mittleren bis zu einer der betr. Art eigenthümlichen Höhe der Entwickelung allmählich überschreiten. Nachdem diese erreicht ist, bleiben die dann folgenden graduell auf einem immer einfacheren Entwicklungsstadium zurück: der auf- und absteigende Verlauf der Metamorphose innerhalb des Bereiches der Laubblätter. Der für den letzteren Theil der Blattformenfolge gewählte Ausdruck „rückschreitende Metamorphose" ist bildlich und desshalb ungenau, den Verhältnissen angemessen ist die Bezeichnung: „Formenfolge mit allmählich zurückbleibender Entwickelung".

Ranunculaceen.

Ranunculus. Als Ausgangsform sei R. acer gewählt, mit dessen fingerförmig eingeschnittener Blattgestalt R. polyanthemus L., R. montanus Willd. und R. apiifolius Pers. übereinstimmen. Bei R. aconitifolius L. und geranioides M. B. treffen wir Blätter an, die weniger tiefe Fingereinschnitte zeigen. Diese Formen sind die Verbindungsglieder zwischen dem gefingerten R. acer-Blatte und den rundlich-nierenförmigen, nur seicht gelappten Blättern anderer Ran.-Species.

R. cuneifolius Max., fingerlappig mit spärlichen Secundärlappen, besitzt einen keilförmig ausgezogenen Blattgrund. R. affinis R. Br. steht auf der entgegengesetzten Seite der R. acer-Form: Die Theilung der Lappen ist eine ziemlich starke, an den Seiten des Blattgrundes steht eine ganze Reihe von Lappen, die im Vergleich zu R. acer eine besonders rege Theilung der seitlichen Finger anzeigen. Die äussersten Lappen sind schräg zum Blattstiel zurückgebogen. Wir werden bei Helleborus niger eine ähnliche, stärkere Theilung der Seitenblättchen im Verhältniss zum Mittelblättchen zu konstatiren haben. Die pedate Blattform ist bei R. aff. äusserlich wegen des Zusammenhanges der Lappen nicht so klar zu erkennen wie bei Helleborus. Eine feinere Zertheilung der R. acer-Form führt zu R. napellifolius DC. u. a., während eine stärkere Abgliederung der Blättchenstiele

zu R. repens L., bulbosus L. und sardous Cr. überleitet. Zwischenglieder sind R. Cassius Boiss. und polyanthemus L..

Werden die gefiederten Formen noch weiter zerschlitzt und mehr in feine Zipfel aufgelöst gedacht, so gelangt man zu R. rutifolius L., millefoliatus Vahl [1]) und fumariifolius Desf..

Ich wies bereits bei R. aconitifolius auf die Abtheilung hin, in der eine Vereinfachung durch Ausfüllung der Lücken des R. acer-Blattes erfolgt. Sie enthält zahlreiche Species: R. auricomus L., abortivus L., Cassubicus L., Cymbalariae, lanuginosus L. u. a.. Den Beginn einer Ausbildung in dieser Richtung treffen wir bei R. alpestris L.. Seine variabele Blattgestalt schwankt zwischen der R. acer-Form und Blättern mit breiteren Lappen, die bisweilen zu einem ungetheilten nierenförmigen Gebilde verschmelzen, das nur durch etwas stärkere Einkerbungen die sonst auftretenden tiefen Einschnitte ahnen lässt.

R. lanuginosus bildet einen Gegensatz zu R. auricomus. Während sich bei diesem die Blattform nach oben in feine Zipfel auflöst, bleibt die Lamina bei R. lan. bis oben hin breit und compact; seine obersten Laubblätter sind dreizählig mit deutlichen, die einzelnen Lappen trennenden Stielen.

Den tief herzförmigen, kreisrunden Grundblättern des R. cassubicus reihen sich einige Species mit peltaten Blättern an: R. Cooperi

---

1) Bei R. mill. treten die untersten Fiedern in ziemlich häufigen Fällen nicht einander in paariger Stellung gegenüber, sie nehmen vielmehr die verschiedensten Plätze am Blattstiel ein. Vielfach sind diese untersten Fiedern durch eine grosse Lücke von den übrigen Verzweigungen des Blattes getrennt. Zugleich ist ihr Stiel entsprechend länger, so dass ihre Laminarausbreitung doch trotz des dem Blattgrunde bedeutend näheren Ursprunges ihres Stieles dicht unter den übrigen Blattverästelungen steht. Nicht selten sitzen diese untersten Fiedern direct an der Stelle, wo die Scheide in den Stiel übergeht (in diesem Falle oft wieder in paariger Gegenüberstellung). Im oberen Theile der Scheide laufen dann bereits drei Nervencomplexe neben einander her, die Scheide kann die langen Stiele der Seitenfiedern bisweilen aussen noch ein kleines Stück weit begleiten. Wie die Uebergänge beweisen, haben wir es hier mit vorzeitig vom Hauptstiel sich abtrennenden Primärfiedern zu thun. Die Primärfiedern treten also bald in paariger Stellung, bald gegen einander verschoben auf. Auf der Stufe der Gliederungshöhe, welche die um R. repens gruppirten Ranunkeln repräsentiren, ist demnach eine Fixirung der paarigen Stellung, wie sie bei mehr gegliederten Blättern in den unteren Theilen der ersten Fiederungsgrade stets einzutreten pflegt, noch nicht in allen Fällen erreicht. Das Schwanken ist bei R. mill. besonders deutlich: Neben Gestalten mit wirklich paariger Stellung und anderen mit deutlicher Verschiebung sehen wir bisweilen Formen, deren zusammengehörige Fiedern kaum merklich gegen einander verrückt sind. Augenscheinlich ist die paarige Bindung der primären Fiedern, die bei stärkerer Gliederung festgelegt erscheint, hier noch nicht sicher erreicht. Bei R. repens kommt eine solche ungleichzeitige Abtrennung der untersten, paarigen Fiedern seltener vor, ist jedoch nicht ganz ausgeschlossen. Dagegen habe ich sie mehrfach bei R. acer beobachtet, bei welchem die Hauptlappen der Stengelblätter bisweilen die Neigung zeigen, sich auf langen Stielen von einander zu isoliren. Der Ursprung der letzteren ist oft direct am oberen Ende der Scheide, bisweilen aber sind sie noch durch einen gemeinsamen Stiel zusammengehalten, der in diesem Falle wie bei R. mill. plattgedrückt erscheint, die beiden seitlichen können sich dann in ungleicher Höhe von dem mittleren abgliedern. Diese Form bildet eine Verbindung zwischen gefingerten und gefiederten Blättern.

Oliv. und Baurii Mac Ow.[1]). Ihr Blattrand ist gleichmässig gekerbt ohne besondere, tiefere Einschnitte, nur die ursprüngliche Spitze des Blattes von R. Cooperi zeigt einen wenig tiefen Lappen (siehe den sogleich folgenden R. Thora!). Die stengelständigen Blätter der beiden Species zeigen einen stark reducirten Charakter: der Stiel ist nicht entwickelt, Spreite und Scheide sind verschmolzen, der letzte Rest einer Gliederung wird durch kurze Randzähne repräsentirt.

Der Gruppe des R. abortivus schliesst sich auch die eigenthümliche Abtheilung des R. Thora L., hybridus Bir. und brevifolius Ten. an, welche durch den merkwürdigen, zahnartigen Lappen in einer Einkerbung, die in der Mittellinie liegt, charakterisirt ist. Uebrigens finden wir, wie soeben erwähnt, auch bei anderen Ran.-Arten bisweilen Andeutungen dieses sonderbaren, kleinen Lappens der Ran. Thora-Blätter (Hervortreten des pedaten Typus!).

Von den breiten Grundblättern des R. abortivus lässt sich eine zusammenhängende Kette konstruiren zu den linealen Blättern von R. Flammula und Lingua. R. Cymbalariae Pursh hat breite, etwas an Ficaria erinnernde Blätter, die besonders an der abgerundeten Spitze schwach gelappt sind. Er ist in der Blattform variabel, zeigt z. B. auch einfach löffelförmige Folia. Das Blatt des R. salsuginosus Pall. ist mehr in die Länge gezogen, nur an der Spitze mit drei ziemlich grossen Kerben versehen, die Nerven sind fast parallel. Bei R. Bonariensis Poir. sind die Kerblappen an der Spitze nicht mehr zu bemerken, die obersten Blätter sind völlig parallelnervig. Die Grundblätter des R. Flammula[2]) sind löffelförmig, die oberen Folia zeigen schmallanzettliche bis lineale Gestalt. Aehnliche Verhältnisse weisen R. pusillus Poir., nodiflorus L., alismifolius Geyer u. a. auf. Ran. Lingua hat die Blattgestalt des R. Flammula in dessen oberen Theilen, nur in grössere Dimensionen übertragen. R. reptans L. besitzt schmallineale, völlig ganzrandige Blätter, während die beiden Verwandten R. Flammula und Lingua noch winzige Zähne haben. R. Moseleyi H. f., der auf Kerguelenland 4 dm unter Wasser vorkommt, ist fast bis zur völligen Reduktion der Lamina vorgeschrittten, dieselbe bildet auf dem ziemlich langen Blattstiel eine unbedeutende, lineale Spitze, die sich kaum von dem runden Stiel unterscheidet.[3]) Diese Pflanze ist eins von jenen den verschiedensten Familien angehörenden Gewächsen, die unter Wasser auf dem Boden wurzeln und sich durch binsenförmige Blätter auszeichnen (Crantzia, Subularia, Litorella u. a.).

---

1) In Neuseeland wächst R. Lyallii mit grossen, in der Mitte beckenartig eingesenkten, nelumbiumähnlichen Blättern.

2) Die am Keimling auftretenden Primärblätter sind rundlich, mit schwachen Kerblappen, ähnlich den Blättern der bald zu erwähnenden Zwergranunkeln (Irmisch: „Ueber einige Ranunculaceen," Bot. Ztg. 1857, pag. 81 u. f., Tafel II, Fig. 2).

3) Aehnliche Blattformen treten auch bei R. reptans auf, wenn er untergetaucht in der Uferregion von Seen wächst (Goebel, Pflanzenbiol. Schilderungen II, p. 316).

Wie an einer und derselben Pflanzenspecies von dem wohlentwickelten Laubblatt aus nach beiden Seiten, nach unten hin zu den Grundblättern, nach oben hin zu den höheren Stengelblättern, die Formen immer einfacher werden, so gibt es auch innerhalb mancher Gattungen, z. B. Ran., Artenreihen, welche diesen allmählichen Uebergang vom Grundblatt zum mittleren, von diesem zum höheren Stengelblatt in der Weise zum Ausdruck bringen, dass jede einzelne Art hauptsächlich nur eine dieser verschiedenen Bildungsstufen repräsentirt. Würden wir also z. B. für die Stengelblätter von R. Flamm. Aequivalente finden bei den Blättern anderer Ranunkeln in höheren Stengelregionen, so treffen wir andererseits besonders zwergige R.-Arten, deren Laubblätter den Wurzelblättern anderer Spezies entsprechen: R. hyperboreus Rottb. erinnert an Batrachium hederaceum. Die Kerben und Zähnchen gehen bei den folgenden allmählich verloren: R. humilis Hook. zeigt rundlich-eiförmige bis breitlanzettliche Blätter mit schwachen Zähnchen, R. hydrophilus Gaud. rundliche bis löffelförmige, eiförmige Gestalt endlich hat das Blatt des R. aucklandicus Gray.

Bei den Verwandten von R. Flammula lässt sich der Mittelnerv immerhin noch durch eine etwas grössere Stärke von den ihm parallelen, mit ihm aus dem Blattgrunde hervorgehenden Nerven unterscheiden, in der folgenden Abtheilung gelangen wir zum ausgesprochenen Monocotylenblatt. An mehreren Stellen drängte sich bereits vorhin der Vergleich mit verschiedenen Alismaceen auf. Schon die Namen einzelner deuten darauf hin: R. alismoides, R. alismifolius. R. parnassifolius L. lässt sich mit Caldesia parnassifolia Parl., R. Lingua mit Formen von Alisma Plantago zusammenstellen, die Blattgestalt des Echinodorus ranunculoides findet ihr Pendant in manchen Blättern des variabeln R. pyrenaeus L., des R. angustifolius DC. und gramineus L., der den grasblättrigen Bupleuren unter den Umbelliferen entspricht: ein Beispiel für die Thatsache, dass in weit von einander entfernten Gruppen die gleichen Gestalten durch die formbildenden Kräfte geschaffen werden. So gemahnen auch die parallelnervigen, stengelumfassenden Blätter des R. amplexicaulis L. an Bupleurum- und Polygonatum-Species.

Ferner hängt mit der im Centrum stehenden R. acer-Form auch die kleine Gruppe der R.-Spec. mit tief getheilten fussförmigen Blättern, R. pedatus W. et K. und illyricus L. zusammen. Beide haben lineale, ziemlich parallelnervige Blattzipfel und stehen desshalb am besten hier im Anschluss an R. gramineus. Bei dieser Gelegenheit möge daran erinnert werden, dass man bei genauerer Betrachtung eines ungetheilten Ranunculaceenblattes, z. B. von Ficaria, sofort die Eigenthümlichkeit des pedaten Typus in der Nervatur entdeckt: der Mittelnerv geht gesondert in die Höhe, die mit ihm am Spreitengrunde entspringenden Seitennerven dagegen zeigen jene für fussförmige Blätter charakteristische, anfänglich bündelartige Vereinigung, aus der sie sich im weiteren Verlauf der Reihe nach loslösen (vergl. R. affinis pag. 225).

Bei R. abortivus finden wir fast alle erheblich verschiedenen Blattformen, die in der Gattung Ranunculus auftreten, im günstigen Falle an einem einzigen

Exemplar vereinigt. Zu unterst treten einfache, löffelförmige, gekerbte Blätter auf, die uns an die Zwergranunkeln erinnern. Darauf folgen grosse, breitnierenförmige, gekerbte Blätter, welche dieser Art einen so eigenthümlichen Habitus verliehen. Am Stengel treffen wir Folia, die eine Mittelform zwischen der R. repens- und acer-Gruppe darstellen und die sehr an R. sceleratus erinnern. Die obersten Blätter endlich zeigen den Uebergang vom dreizähligen Blatt mit linealen Zipfeln zum einfachen linealen.

Durch sein eigenthümliches biologisches Verhalten nimmt R. Purshii Rich. (R. multifidus Pursh) eine Sonderstellung in seiner Gattung ein: er ist befähigt, sowohl auf dem Lande als auch — und zwar vornehmlich — submers im Wasser zu leben [1]). Nach seinem Habitus, besonders nach der Gestalt seiner submersen Blätter, wird man ihn zu einer Zeit, wo er nicht seine gelben Blüten entfaltet hat, ohne Bedenken für ein Batrachium ansehen. Weil er demnach eine Brücke zwischen den Blattformen von Ran. und Batr. darstellt, so wird es gestattet sein, ihn abgesondert von seinen nächsten Verwandten an dieser Stelle einzufügen. Er ist neuerdings von Goebel nach Pflanzen, die unter verschiedenen Kulturbedingungen erzogen waren, beschrieben worden. [2])

Dieser Ranunkel lässt uns die Variation innerhalb des Formenkreises unser Ausgangsspecies, des R. acer, vom äusserst fein zertheilten Wasserblatt bis zum breitlappigen Luftblatt im allmählichen Uebergange verfolgen. Hier tritt einmal deutlich die Einwirkung äusserer Einflüsse auf die Entwickelung der Blattgestalten hervor, während wir sonst meistens auf eine ursächliche Erkenntniss der Verschiedenheit der Formen verzichten müssen, da dieselbe auf sog. „inneren Ursachen" beruht. Am wichtigsten aber ist uns der Dimorphismus der Blätter von R. Purshii wegen der Analogie mit Batrachium.

Batrachium. Diese Gattung hat, wie schon bemerkt, zweierlei Blätter, untergetauchte und schwimmende; die untergetauchten sind drei- bis vierfach fiederspaltig mit haarförmigen Zipfeln; über sie sind

---

1) Der mit R. Purshii verwandte R. sceleratus wird bisweilen durch reichliche Niederschläge oder andere Umstände unter Wasser gesetzt, seine Folia werden dann zu Schwimmblättern, die sich jedoch in ihrer äusseren Form nicht von den gewöhnlichen Luftblättern unterscheiden. Da R. scel. seiner Natur nach nicht im Wasser, sondern nur am Rande desselben wächst, so ist es ihm unmöglich, submers zu vegetiren. Es sind mir keine Versuche bekannt geworden, die zeigen, bis zu welcher Höhe er den Wasserspiegel noch erreichende Blätter zu treiben vermag.

2) Pflanzenbiol. Schild. II p. 313: „Ich erzog diese (mir als R. Purshii var. terrestris zugegangene) Pflanze als Wasserpflanze und als Landpflanze und erhielt auffallend verschiedene Blattformen. Fig. 93 zeigt die Umrisse eines Wasserblattes in natürlicher Grösse. Wie ersichtlich ist, gleicht das Wasserblatt denen von R. aquatilis u. a., nur dass die Zipfel hier in einer Ebene ausgebreitet und flach sind. Vergleicht man damit die Luftblätter, so zeigt sich, dass die Lappen breiter sind und die Verzweigung des Blattes eine viel weniger ausgiebige ist. Das in Fig. 94 abgebildete Luftblatt zeigt diese Eigenthümlichkeit noch weniger — es war einer vorher im Wasser gewachsenen, noch nicht sehr kräftigen Pflanze entnommen. Später bildete dieselbe Blätter mit viel stärker ausgebildeter Blattfläche, die sich denen der Schwimm(= Gegen)blätter von R. aquatilis mehr nähern. Hier ist also der Einfluss des Mediums unverkennbar. Er spricht sich aus in einer Verschmälerung der Blattzipfel und einer reicheren Verzweigung derselben."

von verschiedenen Forschern, besonders von Goebel, eingehende Untersuchungen gemacht worden.[1]) Die Schwimmblätter reihen sich an Ran. alpestris u. a. an. Während wir bei Ran. in dem Gewirr der Blattgestalten Beziehungen einer einzelnen Form zu den verschiedensten andern zu berücksichtigen hatten, bietet uns diese bedeutend kleinere und einheitlichere Gattung weit einfachere Verhältnisse: nur wenige Blattgestalten in grosser Gleichförmigkeit. Um so wichtiger ist es hier, an einer einzigen Art (B. aquatile) die verschiedenen, überhaupt in diesem Genus auftretenden Blattformen in Uebergängen bemerken zu können. Beginnend mit den submersen, haarförmig dreifach-fiederspaltigen Blättern können wir an geeigneten Exemplaren das allmähliche Breiterwerden der Blattzipfel, ihre Abrundung und stufenweise erfolgende Verschmelzung sowie das Verschwinden der Blättchenstiele studiren. Zuletzt wird das gewöhnliche, tief dreilappige, mit geringeren, wie seichte Kerbzähne sich ausnehmenden Lappen versehene Schwimmblatt erreicht. Meist ist der Uebergang von den Wasser- zu den Schwimmblättern plötzlich und unvermittelt, aber unter bestimmten äusseren Bedingungen scheint die Bildung der Zwischenformen leicht stattzufinden. Die beiden Extreme der Anordnung des grünen Blattgewebes, entweder in flächenförmiger Ausbreitung zwischen den Nerven ausgespannt oder als rund um die letzteren sich legende, an grüne Binsenstengel erinnernde Parenchymschicht weichen im Grunde nur graduell von einander ab[2]), functionell aber fördern sie die Assimilation in gleicher Weise: bei flächenförmiger Ausbreitung des Parenchyms wird von dem Assimilationsgewebe das auffallende Licht völlig ausgenutzt, während andererseits eine feinere Zertheilung der Blätter dem Lichte auch von den Seiten her den Zutritt gestattet und so den der Cylinderform sich nähernden Zipfeln gleichfalls ausgiebige Durchleuchtung gewährt.



Fig. 1. Batr. aquatile. (Nat. Gr.) Schwimmblätter.
a) Blatt mit gestielten Blättchen.
b) Ansatz zur peltaten Form.

Bei einer seltener auftretenden Blattform des B. aquatile findet die sonst an den Schwimmblättern eintretende Reduction der Blättchen-

1) Von älteren Arbeiten sei auf die folgenden hingewiesen: Rossmann, Beiträge zur Kenntniss der Wasserhahnenfüsse Ranunculus Sect. Batrachium, Giessen 1854. Derselbe, Zur Kenntniss der Wasserhahnenfüsse Ranunculus sect. Batrachium II. Bericht d. Offenbacher Ver. f. Naturk. (mit sechs Tafeln). Askenasy, Ueber den Einfluss des Wachsthumsmediums auf die Gestalt der Pflanzen (Bot. Ztg. 1870 pag. 193—236, Tafel III, IV).

2) Siehe Reinke, Abh. über Flechten in Pringsh. Jahrb. XXVIII, p. 56 und sonst.

stiele nicht statt (Fig. 1*a*): wir haben dann ein dreizähliges Blatt,[1]) dessen ziemlich langgestielte Einzelblättchen fast die Form gewöhnlicher Schwimmblätter zeigen. Es lassen sich, wenn auch allerdings recht selten, an den Schwimmblättern von B. aqu. die ersten, schwachen Andeutungen des Beginns einer peltaten Blattform erkennen[2]) (Fig. 1*b*): Die Ränder der beiden Seiten des Blattes stossen hier nicht genau am Blattstiel zusammen wie es sonst die Regel ist, sondern es geht ein kurzer Verbindungsnerv vom Stiele zu der Vereinigungsstelle der Blattränder: der Anfang der umbilicaten Blattgestalt.

Während B. aqu. und einige weitere Species durch Heterophyllie auffallen, haben andere Arten nur eine einzige Blattform und zwar entweder nur submerse, haarförmig-fiederspaltige: B. fluitans,[3]) divaricatum, oder nur nierenförmige: B. hederaceum E. M.. Bei letzterem sind die Blattlappen kaum noch bemerkbar: das Schwimmblatt der völligen Abrundung nahe.

Goebel[4]) beschreibt die Landform des B. fluitans, deren Blätter dorsiventral gebaut sind, mit Spaltöffnungen auf beiden und Palissadenparenchym auf der Oberseite. Die terrestrischen Formen von B. aqu. sind bei Rossmann[5]) und Askenasy[6]) dargestellt worden. Ihre Blattzipfel sind breiter und kürzer als diejenigen der Wasserblätter und dorsiventral gebaut (Askenasy, l. c. Tafel IV, 25). Die Landform des B. divaricatum[7]) unterscheidet sich weniger von der Wasserform derselben Species als dies bei B. aqu. der Fall ist, der Uebergang vom centrischen Bau zur Dorsiventralität der Blattzipfel lässt sich aber auch hier bemerken. Die Landform von B. fluitans bietet für die vergleichende Morphologie interessante Verhältnisse[8]): Die Blätter sind sehr verschiedenartig gestaltet, entsprechen aber alle durchaus dem Schema des fussförmigen Blattes, welches wir als Grundlage der Blattformen bei Ranunculus bezeichneten und das durch die charakteristische Anordnung der Hauptnerven bedingt wird. Diese Blätter sind zuerst dreigabelig, die beiden Seitenlappen geben dann nach unten je einen Lappen ab: die feste Grundform, welche durch die typischen fünf Hauptnerven des einfachen Ranunculaceenblattes hervorgerufen wird. Ausserdem tritt am Mittellappen eine abermalige Trifurcation ein, die inneren und äusseren Seitenlappen können sich auch nochmals theilen: B. fluitans lässt also eine erhebliche Vereinfachung des Landblattes im Vergleich zum Wasserblatte erkennen.

Ceratocephalus und Myosurus. Cer. besitzt kleine, doppelt fingerspaltige Blätter mit allerdings nur wenigen Lappen. Es ist das gewöhnliche fuss-fingerförmige Ranunkelblatt, das uns hier abermals entgegentritt und zwar auf seine Hauptlappen reducirt. Das Blatt des C. orthoceras DC. hat kürzere Lappen als das von C. falcatus Pers. und ist meist reicher getheilt als dieses letztere, so dass es noch durchaus dem gewöhnlichen Schema des Nervenverlaufes in den

---

1) Vergl. R. acer in der Anmerk. zu R. millefoliatus p. 4, Zeile 8 von unten.
2) Belege im Herb. des Bremer Museums.
3) Bei B. fluitans kommen, allerdings selten, Schwimmblätter vor (Rossmann, Beiträge, p. 39—41; Askenasy, l. c. p. 230), dagegen ist von B. divaricatum diese Blattform bisher nicht bekannt und daher auch wohl bei dieser distincten Species überhaupt nicht vorhanden.
4) Pflanzenbiol. Schild. II, p. 316.
5) l. c. p. 15—17.
6) l. c. p. 198—212 Tafel IV, Fig. III, IV.
7) Askenasy, l. c. p. 228, 229, Taf. IV, Fig. XII.
8) Goebel, l. c. Fig. 96.

Ranunculaceenblättern entspricht. Der meist einfacher gegliederte C. falc. steht in der Mitte zwischen seinem Gattungsgenossen und Myosurus. Bei C. orth. zeigen die Hauptnerven noch den gleichen Winkelabstand vom Mittelnerven wie bei Ran. acer. C. falc. lässt dagegen deutlich eine Verschmälerung des ganzen Blattes, also eine Verringerung des Winkelabstandes der Seitennerven vom Mittelnerven erkennen (vergl. oben p. 225 Ran. cuneifolius). Wir haben hier ein Gegenstück zur Entstehung der linealen Grasblätter bei Ran.; der Unterschied zwischen beiden Fällen ist der, dass wir bei Ran. den Gestaltenübergang an einheitlichen, ungetheilten Blättern verfolgten, hier aber an handförmig gespaltenen Formen. Dort sahen wir die Nerven allmählich eine immer mehr parallele Stellung einnehmen bis zum Monocotylenblatt des Ran. gramineus. Auch hier, bei Cer. und Myos., ist der Zusammenhang der Formen ein ähnlicher: Myos. erreicht den äussersten Grad der Vereinfachung: schmal lineale, ganzrandige Folia, Formen, wie sie bei Cer. als Primärblätter auftreten.



Fig. 2. Fic. ran. Oberes B. mit zur Seite gerücktem Mittellappen (*a*). (Nat. Gr.)

F i c a r i a steht jenen Gestalten nicht sehr fern, welche bei Ran. cassubicus u. a. an den Grundblättern auftreten. Die höher stehenden Blätter sind oft mit einzelnen stärkeren Einbuchtungen versehen, die obersten drei- bis fünf- oder mehreckig-lappig, bisweilen mit Batr. hederaceum vergleichbar. F. calthifolia Rchb. hat ähnliche Blätter wie F. ranunculoides Roth, nur sind dieselben nicht gekerbt, sondern durch völlige Ganzrandigkeit ausgezeichnet. Unter den Ranunculaceen kommen derartige breit-nierenförmige und zugleich ganzrandige Blattformen nur bei Caltha und Ficaria vor.

Der Keimling der F. ranunculoides besitzt nur einen Kotyledon.[1]) Derselbe ist meist zweilappig mit einem Einschnitt in der Mitte (wie bei Bauhinia-Blättern), in seltenen Fällen aber auch dreilappig und kommt dann der Form der Laubblätter näher (vergl. Batr. hederaceum).

Bisweilen ist an den obersten Blättern von Ficaria der Mittellappen (*a*) in eigenthümlicher Weise nach der einen Seite verschoben (Fig. 2), während dagegen der Blattgrund nach beiden Seiten gleichmässig ausgebildet ist. Durch eine entsprechende Vergrösserung auf der anderen Seite wird die durch das Verschieben des Mittellappens gestörte, äussere Symmetrie annähernd wieder hergestellt. Die Symmetrielinie verläuft dann aber nicht mehr durch die Spitze des Mittellappens, sondern durch die tiefste Stelle des Einschnittes zwischen letzterem (*a*) und seinem Nachbarlappen (*b*). Dieser nimmt die Grösse des Mittellappens an, so dass die Täuschung noch vollkommener wird. Die wirklich bestehende Asymmetrie wird jedoch durch die Verschiedenheit der Nervenvertheilung auf beiden Seiten offenbar. Der Nerv, welcher sich zu dem in der Symmetrielinie liegenden Einschnitt begibt, entspringt sehr tief am Grunde des den vergrösserten Seitenlappen versorgenden, seitlichen Hauptnerven, er ist also, wenn auch sehr wenig, mit diesem verbunden:

---

1) I r m i s c h, Beiträge zur vergl. Morph. der Pflanzen. I. Ranunculus Ficaria. Taf. I u. II (Abh. naturforsch. Ges. Halle. II. p. 31—46.) — Bei R. repens verwachsen die beiden Kotyledonen selten zu einer breiten, zweilappigen Lamina, die dem F.-Kotyledo ähnelt (L u b b o c k, on seedlings I Fig. 129).

verglichen mit der gewöhnlichen Verzweigung der Stränge tritt die ungleichmässige Entwickelung der beiden ursprünglichen Blatthälften deutlich zu Tage. Der in der Symmetrielinie verlaufende Nerv entspringt den veränderten Gleichgewichtsverhältnissen gemäss viel tiefer an seinem Hauptnerven, als der mit ihm correspondirende Astnerv auf der andern Seite des ursprünglichen Mittellappens. Uebrigens kommt das ursprüngliche Stellungsverhältniss mit central liegendem Mittellappen ebenso häufig vor, als die hier geschilderte Abweichung. Auf die bisweilen zweispaltige Form der obersten Blätter hat bereits Irmisch l. c. kurz hingewiesen, indem er zugleich die Thatsache constatirt, dass sie oft Formenähnlichkeit mit dem Kotyledon besitzen. Doch ist er in seiner der Keimung und Knollenbildung gewidmeten Arbeit nicht weiter auf diese interessante Form eingegangen, welche bei Verlust der einen Möglichkeit der bilateralen Symmetrie sich eine andere zu sichern vermag.

Zum Schluss sei noch auf die grosse Variabilität der Ficariablätter in Betreff ihrer vorwiegenden Ausdehnung in die Länge oder in die Breite hingewiesen.

Caltha. Die Aehnlichkeit der Blätter von C. palustris L. mit denen von Ran. abortivus springt sofort in die Augen, ebenso wird man bei C. natans Willd. und C. integerrima Pursh an Ficaria denken.

Das Subgenus Populago zeigt an dem im Allgemeinen bei sämmtlichen Species ziemlich gleich gestalteten Blatte eine bemerkenswerthe Variabilität der Kerbung resp. Zähnelung des Randes, so besonders C. palustris: bald fast ganzrandig, bald scharf und grob gesägt, bald wieder mehr gekerbt. Die Gliederung des Blattes nimmt, wie auch sonst bei den meisten Pflanzen, nach oben hin zu: die obersten Blätter weisen oft sogar seichte Lappen auf in ähnlicher Form, wie bei Ficaria. Dass bei der Gestaltung des Randes — ob fast ganzrandig, ob gekerbt oder gezähnt — die Einwirkung äusserer Factoren mitspielt, dürfte zweifellos sein: gedeiht doch gerade diese Species unter sehr verschiedenen Bedingungen: vom moorigen Tieflande bis hinauf in die feuchten Bergregionen.[1]) C. palustris bildet das Verbindungsglied zwischen den nahezu (C. integerrima) oder völlig ganzrandigen Blättern (C. natans) und der besonders gross gezähnten C. radicans.

C. natans erinnert in ihrer Blattform an zahlreiche Pflanzen mit schwimmenden Laubblättern aus den verschiedensten Familien (Hydrocleis, Hydrocharis, Limnanthemum, Nymphaeen u. a. m.).

Die Species der II. Section von C.: Psychrophila haben die gemeinsame Eigenthümlichkeit, dass an der Basis der Blattlamina auf jeder Seite je ein ziemlich breiter Lappen entspringt, der sich über dieselbe hinüberlegt und einen grossen Theil von ihr bedeckt. Das Blatt der C. sagittata Cav. ähnelt, von diesen merkwürdigen Gebilden abgesehen, der C. natans und integerrima. Weit auffallender ist C. dionaeifolia Hook., die durch ihre sonderbare Blattform den Glauben nahegelegt hat, sie gehöre zu den insectivoren Gewächsen. Dr. W. Behrens ist für diese Ansicht eingetreten[2]) und hat sie durch Zeichnungen aus Hookers Fl. antarct.[3]) zu stützen gesucht.

---

1) Auch in Betreff der Blattgrösse unterliegt diese Species je nach dem Standorte grossen Schwankungen: In den Sümpfen unserer Breiten kann man Blätter fast bis zur Grösse eines Nymphaeablattes finden, in den arktischen Gebieten tritt dagegen, wie bei so vielen Polarpflanzen, eine bedeutende Grössenverringerung der Lamina ein.

2) „Caltha dionaeaefolia, eine neue insectivore Pflanze" in „Kosmos" V. 1. Heft 1881 p. 11—14.

3) Flora antarctica Vol. I. Part II. p. 229 Tab. LXXXIV.

Die Blätter sind am Rande umgerollt und ebenso wie der äussere Rand der nach oben geschlagenen, etwa $^3/_4$ der Blattfläche bedeckenden Lappen schwach gezähnelt, zwischen den letzteren und dem umgerollten Blattrande ist nur ein schmaler Spalt. Die Blattscheiden dieser zwergigen Pflanze sind im Gegensatz zu den übrigen C.-spec. im Verhältniss zur Grösse des Blattes mächtig ausgebildet. An der Spitze der Lamina ist ein Einschnitt, der bereits bei der äusserlich noch der Section Populago näher stehenden C. sagittata, wenn auch schwach, zu bemerken ist. Goebel[1]) leugnet die Möglichkeit der Insectivorie aufs entschiedenste, doch hat auch er die Function des laminaren Decklappens nicht genügend zu ermitteln vermocht, denn die Bildung eines „Systems luftstiller Räume" zur Herabsetzung der Transpiration gibt uns, wie er selbst zugesteht, keine Aufklärung über das Auftreten von kleineren, die Blätter kaum halb bedeckenden Lappen der gleichen Art bei verwandten Species (C. sagittata), deren Blattrand nicht eingerollt ist.

Die schwachen Kerben der C. sagittata werden bei C. appendiculata Pers. durch einige tiefere Einschnitte ersetzt. Die Blattspitze zeigt, wie bei den andern beiden Arten, eine Einsenkung.

Trautvetteria und Hydrastis. T. palmata und grandis, sowie die einem andern Verwandtschaftskreise angehörige Hydrastis canadensis L., erinnern an zahlreiche Ranunculusarten mit Aconitumblättern (R. geranioides, lanuginosus, aconitifolius).

Das Genus Anemone zeigt fast eine ebenso grosse Mannigfaltigkeit in den Blättern wie Ranunculus. Unseren Ausgangspunkt bei letzterem, die Blattform des R. acer, finden wir wiederholt bei den Grundblättern von A. dichotoma L., silvestris L. und narcissiflora L., welch letztere sich allerdings durch stärkere Zertheilung der einzelnen Lappen auszeichnet. An den Grundblättern der A. nemorosa L. sind die drei Foliola völlig isolirt, sogar kurz gestielt und tief dreitheilig. Sie leiten über zu den stärker gegliederten Formen. Dagegen bilden die Stengelblätter dieser Species und ihrer Verwandten A. umbrosa C. A. Meyer und altaïca Fischer eine Brücke von A. silvestris zu den einfach dreizähligen Fragaria-Blätter der A. trifolia L. und deltoidea Hook.. Manchmal deuten einzelne etwas tiefere Einschnitte bei A. trifolia auf die reicher gegliederten Blätter der verwandten Arten hin.

In einer andern Gestaltungsrichtung erfolgt die Vereinfachung durch Ausfüllung der Lücken zwischen den einzelnen Lappen, wie bei Ranunculus. Bereits zwischen A. narcissiflora und silvestris besteht ausser der stärkeren Gliederung der ersteren noch der Unterschied, dass die Lappen bei A. silv. am Grunde stärker mit einander verbunden sind, als bei A. narc., bei der sie ähnlich der A. deltoidea oft völlig zu selbständigen Blättchen isolirt sind. Weiter kommen wir schon bei der in ihren Blättern sehr variabeln A. hortensis L., die neben R. acer-Blättern nierenförmige Gestalten mit tiefen Ein-

1) Pflanzenbiol. Schild. II p. 27 und Fig. 6.

schnitten aufweist. Zur Form eines Weinblattes gelangen wir bei der grossblättrigen A. vitifolia Buchan.. Als eine Gestalt, die bei Delphinium und Aconitum häufig ist, sei hier das Epheublatt der A. hepaticifolia Hook. genannt: ausser den fünf Hauptlappen ist nur eine schwach hervortretende Randgliederung zu bemerken, oft tritt sogar Ganzrandigkeit ein.[1]) Völlig abgerundete Blätter mit seichten Lappen treffen wir bei dem Endgliede der Reihe, A. palmata L.: sie hat nicht nur Epheublätter wie manche andere, sondern führt uns mit ihren untersten Foliis bis zu den Formen des R. abortivus und Thora. Die obersten Blätter sind tief fingerspaltig nach dem R. acer-Typus.

Es folge nunmehr die Section Hepatica! Das Epheublatt der A. palmata kehrt vergrössert bei H. transsilvanica wieder. Die Blätter von H. triloba Gil. und americana DC. zeigen eine ähnliche Form; als Unterschied fällt die völlige Ganzrandigkeit[2]) auf. Es ist dies jedoch ein nicht ganz isolirt dastehender Fall; sahen wir doch bei A. hepaticifolia eine analoge Erscheinung, ferner ist von A. ranunculoides eine var. subintegra Wiesb. bekannt, bei der die Stengelblätter statt der gewöhnlichen, lappigen Berandung spärliche Kerbzähne tragen oder ganzrandig sind. Zwischen dem ganzrandigen H. triloba-Blatte und dem R. acer-Blatte stehen die Grundblätter der A. stellata Lam. und A. fulgens Gay in der Mitte.

Bisher haben wir die feiner zertheilten Formen von Anemone noch bei Seite gelassen, um sie gemeinsam mit dem Subgenus Pulsatilla abzuhandeln, in dem fast durchgehend eine feine Zertheilung der Blattform angestrebt wird. Bei A. coronaria L. wird man sich der fein zertheilten Blätter des R. millefoliatus erinnern. Die mehr fingerförmigen Gestalten zeigen natürlich ähnliche Verhältnisse, z. B. A. decapetala L., A. sphenophylla Poepp., sowie die zwischen Finger- und Fiederform stehende A. baldensis L..

Die gefingerten Blätter von P. patens Mill. sind denen von R. acer ähnlich. P. vernalis Mill. würde, wenn sie zu Ran. gehörte, als Zwischenglied zwischen der R. acer- und repens-Gruppe betrachtet werden können. P. africana Herm. zeigt den Weg zu stärkerer Zerschlitzung an ihren höheren Blättern. P. vernalis Mill. hat von den gefiederten Pulsatillen-Blättern wohl noch die breitesten Zipfel, die übrigen Arten zeigen in mannigfachen Variationen, aber grosser Einheitlichkeit, die lineale bis fast haarförmige Zertheilung des P. vernalis-Blattes. Es kommt dabei zur Bildung drei- bis vierfach fiederspaltiger Folia. P. tenuifolia Spr. nähert sich im Habitus sowohl wie in der Blattgestalt der Gattung Thalictrum.

Einige Anemonen lassen eine Zusammenziehung des breiten, fingernervigen Blattes zu einfachen, nur gelappten oder völlig ganzrandigen Gestalten erkennen. A. deltoidea wurde bereits wegen ihrer dreizähligen Grundblätter genannt, ihre Stengel(=Involucral-)blätter, wie

---

1) Aehnlich unter den formverwandten Delphinien bei D. Staphysagria.

2) Vereinzelt zeigt auch H. triloba eine mehrfache und tiefere Theilung der Lamina (Penzig, Pfl.-Ter. I p. 179).

bei A. nemorosa zu dreien im Quirl stehend, sind einfach, mit mehr oder weniger tiefen Lappen und keilförmigem Grunde: das Stengelblatt der A. silvestris in mehr zusammengezogener Form und mit seichteren Einschnitten. A. integrifolia H. B. K. (Fig. 3) ist das Extrem in dieser Formengruppe: ein ovales, ganzrandiges Blatt, dessen Hauptnerven parallel laufen, als Analogon zu den bekannten Ranunculustypen.



Fig. 3. A. integrifolia. Laubblatt. (Nat. Gr.)

Die Formen der Involucralblätter verschiedener Anemone-Arten stellt Goebel in der „Vergl. Entwickelungsgesch. der Pflanzenorgane“ p. 288 dar. Er weist darauf hin, dass von den drei im Quirl stehenden, laubblattartigen Stengelblättern der A. nemorosa bis zu den drei, fälschlich meist „Kelchblätter“ genannten Involucralblättern unter dem Perigon von Hep. triloba eine Formenbrücke construirt werden kann. Besonders bei A. stellata sind die verschiedensten Uebergangsformen zu finden (l. c. Fig. 60). Diese einfachen Involucralblätter entstehen demnach aus der mit der Scheide verschmelzenden Spreite, deren Lappen und Zähne mehr oder weniger verschwinden bis zu der Grenzgestalt, einem einfachen, ganzrandigen Gebilde, wie es bei H. triloba regelmässig auftritt. Wie A. [Hepatica] Henryi Oliv. gewöhnlich, so zeigt aber auch H. triloba bisweilen dreilappige Hüllblätter.[1])

Bei A. nemorosa u. a. umfasst die Scheide des ersten Involucralblattes tief am Grunde schwach die Scheidenbasis des zweiten und dritten an je einer Seite, die Scheide des zweiten deckt ihrerseits ein wenig die noch übrige Seite des dritten.[2]) Bei den Pulsatillen kommt es dagegen zu einer ganzen oder theilweisen Verwachsung der Involucralia. Bisweilen sind sie zu einer blasigen Glocke verschmolzen, welche von sehr verschieden geformten Zipfeln gekrönt sein kann: völlig einfach, an der Spitze zwei- oder dreispaltig, oder tief zwei- bis dreispaltig fast bis zur Höhe der Glocke; bisweilen sind im letzteren Falle die mittleren Zipfel abermals, wenn auch weniger tief, gespalten: ein extremer Grad der Verwachsung,[3]) bei dem die einzelnen, die Glocke zusammensetzenden Blätter nicht mehr von einander geschieden werden können. Andere Beispiele (P. pratensis) bilden die Verbindung mit A. nemorosa: wenn auch alle drei Blätter am Grunde verbunden sind, so werden sie doch durch tiefere Einschnitte als die zwischen ihren Zipfeln von einander gesondert. Manchmal ist ein solcher Einschnitt bis zum Grunde durchgeführt, manchmal zwei; endlich fehlt auch die vierte Möglichkeit, die völlige Trennung aller drei Blätter, nicht. In diesem letzteren Falle gibt sich unter den Involucralia, ihrer Reihenfolge entsprechend, eine Abnahme der Zertheilung zu erkennen. Nur an einem einzigen Schafte mit drei kaum verwachsenen Blättern bemerkte ich ein viertes, weniger gegliedertes, das innerhalb des Quirles, dem schwächstgetheilten Quirlblatte gegenüber, entsprang (vergl. Penzig, Pflanzen-Terat. I, p. 173).

---

1) Bogenhard, Taschenbuch d. Fl. v. Jena. Leipzig 1850, p. 138: „Eine Metamorphose mit dreilappiger, den Blättern gleichgestalteter Hülle beobachteten wir im Rauthale.“ Siehe ferner Penzig, Pfl.-Ter. I, p. 179.

2) Dass übrigens A. nemorosa in Betreff der Involucralia mannigfachen Schwankungen unterliegt, beweist eine an einer grossen Zahl von Exemplaren unternommene Untersuchung: die meisten zeigten, mehr oder minder deutlich, das oben angeführte Verhalten, einzelne aber besassen am Grunde ein wenig verwachsene Scheiden, nur in einem einzigen Falle liess sich eine höhere Verwachsung constatiren: die scheidig erweiterten Stiele waren bei zweien der drei Blätter bis zur Hälfte mit einander verwachsen, der dritte, ebenfalls bis zur Lamina hinauf scheidige Blattstiel hing mit den beiden andern nur ein kleines Stück weit zusammen, grösstentheils war er frei. Derartige Variationen leiten zu den für die Pulsatillen giltigen Verhältnissen über.

3) Er trifft besonders oft für P. patens und vulgaris zu, wenngleich auch sie nicht selten theilweise getrennte Hüllblätter zeigen.

Adonis wiederholt die fiederblättrigen Pulsatillaformen. Die Primärblätter stehen etwa auf dem Stadium der ausgebildeten Blätter des Ceratocephalus falc.. Die Mittelrippe der späteren Folia ist stark in die Länge gestreckt und mit doppelt fiederspaltigen Blättchen besetzt. In den oberen Theilen verbreitet sich die Fläche des Gesammtblattes erheblich im Verhältniss zu der geringer werdenden Länge, so dass dadurch der Schein einer Fingerung hervorgerufen wird. Hinzu kommt noch als eine Eigenthümlichkeit dieses Genus eine bemerkenswerthe Ausbildung des Scheidenrandes. Sie sei an A. microcarpa DC. (Fig. 4) geschildert. Die Scheide der unteren Blätter (*a*) ist einfach und ganzrandig, an den folgenden hat sie zuerst am oberen Ende einen einfachen Laminarzipfel jederseits, der sich im weiteren Verlaufe (*b*) der Blattentwickelung in Lappen erster, zweiter und höherer Ordnung theilt und desshalb ganz den Eindruck einer gewöhnlichen Laminarfieder macht. An den mittleren Blättern ist die mit solchen Fiedern gekrönte Scheide noch durch einen Stiel von der Lamina getrennt, in den höheren Stengelregionen wird der letztere immer mehr reduzirt. Zuletzt verschmelzen Scheide und Spreite, am Grunde dieses einheitlichen Gebildes sitzen dann dicht büschelig gedrängt die ursprünglichen Scheidenfiedern, dieselben sind oft von annähernd gleicher Länge wie die ihnen benachbarten Laminarfiedern.



Fig. 4. Adonis microcarpa. *a*) unteres, *b*) mittleres, *c*) oberes Blatt. (Nat. Gr.)

In diesem Falle bildet die Scheide einen ziemlich unbedeutenden Theil des Blattes, bei andern Arten tritt sie dagegen an den unteren Stengelpartieen sehr in den Vordergrund: A. vernalis L. hat zu unterst bloss aus Scheiden bestehende Blätter, die darauf folgenden sind von rudimentären Laminarzipfeln gekrönt. Mit der sich steigernden Differenzirung der Lamina geht das Kleinerwerden der Scheide parallel, zuletzt ist sie eben so schwach entwickelt wie bei A. microcarpa u. a. Noch auffälliger ist A. amurensis Rgl. durch das starke Hervortreten der Scheide: Die ersten Stengelverzweigungen entspringen in der Achsel von Blättern, die nur aus einer breiten, weisslichen Scheide bestehen, dieser Eigenschaft verdankt sie ihre habituelle Aehnlichkeit mit den knollentragenden Corydalis-Spec. unserer Wälder.

Clematis führt uns eine Ausbildung des Ranunculaceentypus nach einer besonderen einseitigen Richtung vor: der grösste Theil ihrer Species weist rankende Blattstiele auf, womit sich diese schwachen Gewächse an feste Stützen anklammern.

Einige Cl.-Arten fordern geradezu zum Vergleich mit Angehörigen von Anemone heraus, so Cl. Davidiana Hort. mit A. japonica. Die meisten stellen eine Weiterbildung über das Blatt von Cl. alpina Mill. hinaus dar, das deutliche Berührungspunkte mit Ran. und Anem. hat. Der Stiel des gesammten Blattes, sowie diejenigen der Einzelblättchen, werden ihrer Function entsprechend länger, die Lamina der Blättchen ist in vielen Fällen einfach und ganzrandig: Cl. recta L., Cl. Flammula L., Cl. Vitalba L..

Die Blättchen sind bald ganz oder annähernd fingerig gestellt, bald ausgesprochen gefiedert. Uebergänge sind in dieser grossen Gattung in Menge vorhanden; so z. B. sind bei Cl. virginiana L. die Blättchen fast fingerig gestellt: nur ein kleines Stück trennt die unteren Stielchen von den höheren.

Die Blättchen sind von verschiedener Gestalt: breit rundlich-nierenförmig (Ficaria): Cl. coccinea Engelm., schmal lineal: Cl. angustifolia Jacq., Cl. linearifolia Steud., Cl. lineariloba DC., die meisten haben eine mittlere Blättchenbreite. Ein kaum zu beschreibender Wechsel herrscht in der Ausbildung des Blattrandes, selbst bei nahe Verwandten: die eine ist gekerbt, die andere gelappt, eine dritte völlig ganzrandig; sogar innerhalb mancher Species kommen Abweichungen vor: die oft ganzrandigen Blättchen der Cl. Vitalba haben bei der var. odontophylla lappige Kerbzähne.

Cl. Viorna L. weist wie viele Verwandte unten einfach bis doppelt gefiederte Blätter auf, an den blüthentragenden Stengeln aber völlig einfache und ganzrandige, Cl. integrifolia L. zeigt gar keine anderen Blattformen als diese letzteren. Cl. ochroleuca Willd., die mit Cl. integrifolia in der Blattform übereinstimmt, hat manchmal einen oder zwei Einschnitte: eine Andeutung der auch hier vorhandenen Fähigkeit zur Gliederung der Lamina.

Eigenthümlich ist vielen Cl.-Arten die allmähliche Verkleinerung der Blättchen, je näher man der Spitze des gefiederten Blattes kommt; wir erinnern an die gleiche Eigenschaft der rankenden Blätter von Corydalis claviculata. Die Verringerung der Blättchengrösse nach der Blattspitze zu scheint mit der Rankenfunction der Blatt- resp. Blättchenstiele in Beziehung zu stehen. Zur völligen Reduktion der oberen Blättchen kommt es bei Cl. zeylanica DC.: ihr Folium besteht aus zwei gegenständigen Blättchen von der Form des Cl. Flammula-Blattes und einer verlängerten Mittelrippe, die nahe der Spitze noch zwei der Spreiten entbehrende Seitenzweige abgibt und wie diese zu einer Ranke umgebildet ist[1]).

---

1) Bei Cl. aphylla (O. Kuntze, Monogr. d. Gatt. Cl. [Verhandlg. bot. Ver. Brandenb. XXVI] p. 146, 147) ist das Blatt völlig durch eine Ranke ersetzt (vergl. auch Diels, Vegetationsbiol. v. Neuseeland, Engl. Jahrb. XXII. p. 247). Die

Clematis ist die einzige Ranunculaceengattung, deren Blätter regelmässig in decussirter Opponenz stehen.[1]) Diese Blattstellung ist hier noch insofern von Interesse, als die den Stengel umfassenden Scheiden mehr oder weniger mit einander verwachsen sind. Cl. connata DC. zeigt diese Eigenschaft besonders auffällig; auch manche andere ist hier zu nennen, so Cl. Jackmani Hort., bei welcher der vereinigte Scheidenrand beiderseits den Stengel wie ein kleines Becken umfasst.

Aquilegia bietet in ihren Blattformen wenig Abwechslung: immer haben wir ein doppelt dreizähliges Blatt mit bald schmäleren, bald breiteren Einzelblättchen. Die Fiedern I. Ordnung sind langgestielt, diejenigen II. Ordnung dagegen kurz gestielt oder sitzend. Bereits bei Ran. und Anem. haben wir ähnliche Gestalten, wenn auch in viel bescheidenerer Grösse, angetroffen, z. B. Anemone baldensis, R. glacialis. Wir haben uns bereits daran gewöhnt, das Vorhandensein oder Fehlen der Blättchenstiele, die grössere oder geringere Zertheilung der Einzellappen wegen ihres Schwankens bei verwandten Arten als ein nebensächliches Element anzusehen. Das Gemeinsame ist die Gliederungsart der Lamina, die sich völlig gleich verhält, an dem gefingerten Blatte von R. acer sowohl als an dem einfachen von Ficaria und dem doppelt gefiederten von Aquilegia.

Gerade wegen der verhältnissmässigen Einfachheit der Form eignet sich das Aquilegiablatt besonders zur Demonstration der Stellung seiner Theile im Raume. Von dem gemeinsamen Hauptstiel gehen beim grundständigen Blatte drei secundäre Stiele aus, der mittlere bildet ziemlich die Fortsetzung des primären, er steht nur durch einen geringen, nach hinten gerichteten Winkel von der (ideellen) Verlängerung desselben ab. Die beiden seitlichen sind schräg seitwärts und nach vorn gerichtet: die drei Blattstieläste schliessen demnach eine schiefe, dreiseitige Pyramide ein. Die Basis dieser Pyramide wird durch die Ebene gebildet, in welcher sämmtliche Blättchen ausgebreitet sind. Auf den secundären Stielen sitzt entweder ein Blättchen mit herzförmigem Grunde und tief dreispaltiger Lamina oder bei völliger Durchführung der Theilung drei getrennte Blättchen mit kurzen Stielchen. Selbst bei diesen tertiären Stielen ist wiederum eine ähnliche Winkelstellung zu bemerken. Die Blättchen aber stehen sämmtlich in einer horizontalen Ebene. Solche Stellungsverhältnisse sind allgemein verbreitet bei Pflanzen mit mehrfach gefiederten Blättern, deren Blättchen breit sind und einen herzförmigen Grund besitzen.

Die Stengelblätter nehmen nach oben zu schnell eine vereinfachte Gestalt an. In einem mittleren Stadium kommen Blätter von der Form des Ran. acer mit drei langgestielten Blättchen (vergl. p. 4 Anmerk. am Schluss) zu Stande, weiter oben treffen wir Gestalten, die wegen ihrer

---

Assimilationsthätigkeit wird durch Stengel und Blattstiel übernommen: der extremste Fall dieser bei Cl. in allen Stufen verfolgbaren Gestaltungsrichtung.

1) Seltener bilden die Blätter an manchen Sprossen vom Grunde des Stengels an dreizählige Quirle. Solche Triebe treten an denselben Exemplaren wie die Sprosse mit opponirten Blättern auf. Sie sind mir bei Cl. angustifolia aufgefallen. Vergl. Penzig, Pfl.-Ter. I, p. 171 unter Cl. Vitalba.

drei ziemlich breiten, meist ganzrandigen Blättchen den oberen Foliis des Ran. lanuginosus ähneln, es folgen Blätter mit nur einem Seitenblättchen, endlich ganz einfache, breitlanzettliche Formen. Aquilegia gewährt also einen vollständigen Ueberblick von einem ziemlich reich zusammengesetzten bis zum einfachen ungetheilten Blatt. Eine ähnliche Gestaltenfolge ist auch bei Isopyrum und Thalictrum zu bemerken.

Thalictrum.[1]) Die Blattformen dieses Genus stellen bis zu einem gewissen Grade eine Weiterbildung der bei Aquilegia geschilderten Gestalt dar, wie ja auch eine Species als Zeichen der Formenähnlichkeit den Namen Th. aquilegifolium führt. Bei der grössten Zahl von Thalictrumspecies wird durch Blättchenstiele II. und III. Ordnung die Gliederung des Blattes eine reichere, zumal da jedes selbständig gewordene Blättchen wieder dieselben Lappen erhält wie ein Blättchen niederer Ordnung an einem weniger reich gegliederten Blatte, z. B. dem von Aquilegia.

In dieser Gattung sind einige Arten mit einfachen Blättern die Bindeglieder mit der Ran.-Grundform: Th. ranunculinum Mühl. (vergl. R. aconitifolius) und Th. rotundifolium DC. (Grundb. von R. cassubicus).

Das gewöhnlich einfach gefiederte Th. alpinum L. zeigt an üppigen Exemplaren bereits doppelte bis annähernd dreifache Fiederung[2]).

Unter den mehrfach gefiederten Formen kann man drei Typen unterscheiden: 1. Aquilegiablätter mit ziemlich grossen, breiten und rundlichen Einzelblättchen: Th. aquilegifolium, purpurascens L., foliolosum DC. u. a. m.. 2. Typus des Th. minus L.. Bedeutend kleinere Einzelblättchen als die vorigen: Th. alpinum, minus, foetidum L., isopyroides C. A. M.. 3. Typus des Th. galioides Nestl.. Einzelblättchen lang, schmal lineal, der Pflanze eine entfernte Aehnlichkeit mit Galium verum verleihend. Zwischen diesen drei Extremen sind die mannigfaltigsten Uebergänge. Die schmalen Blättchen des dritten Typus sind, wie sich aus einer Vergleichung des Th. angustifolium Jacq. mit Th. flavum oder aquilegifolium ergiebt, durch völlige Durchführung der Einschnitte bis zur Mittelrippe des Mutterblättchens entstanden. Die Breite der Blättchen ist dabei ziemlich grossen Differenzen unterworfen: neben den breit linealen des Th. angustifolium die schmal linealen, fast nadelförmigen des Th. galioides[3]).

Wie bei Clematis, so ist auch bei Thalictrum die Ausbildung des Blattrandes eine verschiedene. Die der Regel entsprechende Drei- resp. Fünflappung der Blättchen können wir als den allgemein verbreiteten Ranunculaceen-Typus übergehen. Völlig ganzrandige Blätt-

---

1) Betreffs der Stipellen, welche bei einer Anzahl von Thalictren an den Ursprungsstellen der Blattverzweigungen auftreten, vergl. Eichler, „Zur Entwicklungsgesch. des Blattes mit besonderer Berücksichtigung der Nebenblatt-Bildungen.“ (Inaug.-Diss., Marburg 1861, p. 49—52).

2) An die einfachen Th. alp.-Blätter schliesst sich Th. pinnatum mit vorwiegender Längserstreckung der Lamina an.

3) Th. foeniculaceum Bge. mit starr aufgerichteten, kiefernnadelförmigen Zipfeln steht, wie der Name kundgiebt, später zu schildernden Umbelliferenformen nahe (Extrem der Gattung Th.).

chen finden sich bei Th. Cornuti L. neben den gewöhnlichen gelappten; die des Th. ichangense Lec. sind gleichmässig gekerbt.

Der Blättchengrund ist meist mehr oder weniger keilförmig: am spitzesten schrägt er sich zu bei den aus isolirten Lappen hervorgegangenen Blättchen des Th. angustifolium u. a., je nach der Zahl der abgetrennten Lappen ist der durch die beiden Blättchenränder gebildete Winkel kleiner oder grösser.

Eine herzförmige Blättchenbasis kommt nur bei den Arten vor, deren Blättchenlappen mit einander verbunden bleiben; nur in einer solchen Formengruppe ist der Uebergang zu umbilicaten Gestalten denkbar: wir kommen zu den peltaten Blättchen des Th. peltatum und ichangense. Als merkwürdig ist immerhin der Umstand hervorzuheben, dass die peltate Blattform bei diesen Pflanzen an den Foliolis eines doppelt gefiederten Blattes zur Erscheinung kommt.

Bei den Arten mit herzförmigen Blättchen setzen sich die Spreiten der letzteren ebenso wie bei dem peltaten Th. ichangense in einem Winkel von ihrem Stielchen ab. Ferner bilden bei diesem und zahlreichen andern Thalictren schon die ersten Blattverästelungen einen ansehnlichen, aus der Fläche heraustretenden Winkel mit dem Hauptstiel in seiner (gedachten) Verlängerung: ganz wie bei Aquilegia.

Isopyrum. Die Blätter von I. thalictroides L. haben grosse Aehnlichkeit mit Aquilegiablättern, sie nehmen auch ungefähr die gleiche Gliederungsstufe ein wie diese. I. fumarioides L. ist in lineale Blättchen aufgelöst, so dass es an die breitlappigsten Nigellaformen erinnert, mehr allerdings noch an manche Fumaria-Arten, denen es auch habituell auffallend gleicht.

Aconitum und Delphinium. Das handförmig getheilte Blatt des Ran. acer tritt uns hier in allen erdenklichen Variationen entgegen. Aconitum ist besonders gleichförmig: es geht kaum über die Grenzen des Formenkreises von Ran. acer hinaus. Das fein zerschnittene Blatt von A. Anthora L. stellt den einen Grenzfall dar, auf der andern Seite haben wir die grossen, nur noch tief gelappten Blätter eines A. Vulparia Rchb., A. Thelyphonum Rchb. u. a., deren Gestalt uns schon von Ran. aconitifolius her bekannt ist.

Im Allgemeinen ist bei Delphinium eine grössere Mannigfaltigkeit als bei Aconitum nicht zu verkennen. Die Hauptformenreihe geht von dem breit handförmig gelappten Blatt des D. elatum L. bis zu D. Ajacis L. und D. Consolida L.; bei letzteren sind für die Lappen I., II. u. s. w. Grades feine, schmale Zipfel eingetreten. Die Länge der Zipfel und auch der Lappen ist im Verhältniss zur Blattgrösse sehr schwankend: neben Formen, die in den Proportionsverhältnissen von Ran. acer und aconitifolius verharren (D. elatum, D. Staphysagria L.) treten andere, deren mittlere und obere Laubblätter eine starke Verlängerung ihrer Abschnitte zeigen: D. Ajacis, D. Consolida.

D. Consolida bleibt im Bereich der Zertheilung eines einfachen Ran. acer-Blattes in seine Zipfel, D. Ajacis ist complicirter gebaut: die bei D. Cons. einfachen, linealen Zipfel sind hier weiter zertheilt. D. Staphysagria zeigt im diametralen Gegensatz dazu nur an den

untersten Blättern secundäre Einschnitte der Hauptlappen, die höher stehenden Laubblätter haben völlig ganzrandige Fingerlappen.

Noch eine andere, stärkere Vereinfachung ist zu erwähnen, die allmähliche Reduction zu einfachen, linealen Blättern, die bei allen Arten, bei den meisten allerdings in einem ziemlich späten Stadium der Phyllomorphose eintritt. Bereits bei Ceratocephalus und Ran. sind Formen dargestellt worden, die im Vergleich zu der ausgebreiteten Fingerform des R. acer mehr zusammengezogen waren (R. cuneifolius, C. falcatus). Aehnlich bei Delphinium! So gehen bei D. Balansae Boiss. et Reut. und D. cardiopetalum L. aus Ran. acer-Formen in den oberen Theilen schmal lineale Blätter mit einem oder gar keinem Seitenzipfel hervor. Manche Species zeigen diese Verschmälerung schon bei den wohlausgebildeten Laubblättern: D. macropetalum DC.. Da zugleich mit dieser Zusammenziehung eine keilförmige Zuspitzung des Spreitengrundes stattfindet, wodurch auch der bei D. elatum von der Lamina scharf abgesetzte Blattstiel verschwindet, so treten die sonst handförmig sich ausspreizenden Lappen nur noch als Zähne an der Spitze auf: D. junceum DC., D. virgatum Poir. (Fig. 5). Sie verschwinden endlich völlig und es bleibt ein schmal lineales Blatt übrig.



Fig. 5. Delph. virgatum. Unteres und mittleres Blatt. (Nat. Gr.)

Bei den grossblättrigen Delphinien (D. elatum z. B.) bemerkte ich oft eine ähnliche Verschiebung des Mittellappens mancher Blätter nach der Seite, wie in den oberen Stengelpartien von Ficaria, auch hier ging dann die Symmetrielinie durch den tiefsten Blatteinschnitt: der an den letzteren grenzende Seitenlappen hat die Grösse des ursprünglichen Mittellappens erreicht.

Trollius zeigt in der Blattgestalt keine grossen Verschiedenheiten unter seinen Arten. Das gefingerte Blatt, dessen Grösse bedeutenden Schwankungen unterworfen ist, hat grosse Aehnlichkeit mit Vertretern von Acon. und Delph.. Die Zahl der Finger, in der Regel 5, variirt ähnlich wie bei diesen; es kommen auch 7, sogar 9 vereinzelt vor. Auch die Tiefe der Zertheilung sowie die Zahl der Lappengrade schwankt selbst bei derselben Spezies.

Nigella und Garidella schliessen sich mehr dem feiner zertheilten Blatte der Verwandten von Ran. repens sowie der fiederspaltigen Pulsatillen an. Die Variationen beschränken sich bei N. fast ganz auf Differenzen in der Breite der Lappen [1]). Die Folia von G. unterscheiden sich hauptsächlich durch die geringere Stärke der Gliederung. Für die Blätter beider Genera ist charakteristisch, dass ihre Hauptfiedern ähnlich wie bei Adonis meist wechselständig sind und nicht durch Knoten gebunden: sie sind nicht gefiedert, sondern tief fiederspaltig.

---

1) Wenn auch nach oben zu, wie gewöhnlich, die Gliederung bei unten reicher getheilten Formen abnimmt, so steht doch N. integrifolia Rgl. mit auch in den unteren Stengelpartieen oft völlig ungetheilten, meist nur wenigfingerigen Blättern und breit linealen Blättchen als extremer Einzelfall da.

Actaea (incl. Cimicifuga). Das einfache, gleichmässig gekerbte Blatt der Cim. calthifolia Max. wird schon durch den Artnamen genügend charakterisirt. Statt des gleichgross gekerbten Randes tritt bei dem Grundblatt der A. japonica Tbg. ein gelappter auf, der zwischen dem einfachen Caltha-Blatt und dem von Delph. elatum die Mitte hält. An den späteren Blättern zeigt A. jap. den Uebergang zu einem dreizähligen Folium mit ziemlich lang gestielten Blättchen. In der Stufenleiter folgt das doppelt gefiederte Blatt der A. cordifolia DC., in Grösse und Umriss an Anemone japonica erinnernd.

Als weiteres Glied schliesst sich daran das dreifach gefiederte Blatt der meisten Arten: A. racemosa L., Cimicifuga L., spicata L., u. a.. Bei sämmtlichen gefiederten Arten spreizen die drei Secundärstiele natürlich ganz wie bei Aquilegia von ihrer Ursprungsstelle schräg empor. Die drei herzförmigen Blättchen der A. japonica bilden mit den schräg aufstrebenden Stielen einen Winkel, indem sie selbst fast genau in einer (horizontalen) Ebene stehen. Die mehrfach gefiederten Blätter anderer Arten zeigen soweit wie A. japon. dieselbe Anordnung, da aber die Einzelblättchen als Produkte weitergehender Theilungsprozesse einen keilförmigen Grund haben, so liegen sie mit ihrem Stielchen in der gleichen Ebene.

Xanthorrhiza, Coptis und Knowltonia. Die einfach unpaar gefiederten Blätter der X. apiifolia L'Hér. entsprechen dem Complex einer Einzelfieder des reicher gegliederten Blattes von Act. spicata. C. occidentalis T. et G. ähnelt der X. in der Blattform. C. trifolia Salisb. ist von einfacherer Gestalt, doch bleibt die Formverwandtschaft bewahrt: drei sitzende Blättchen mit annähernd gleichmässig gekerbtem Rande. Kn. gracilis DC. steht der C. occidentalis nahe. Bei andern Kn.-Species sehen wir nach der Richtung von Actaea hin die doppelte Fiederung an die Stelle der dreizähligen Blätter treten (Kn. vesicatoria Sims.). Die grundständigen Blätter sind aber oft dreizählig und ähneln dann dem Helleborus lividus.



Fig. 6. Helleborus lividus ($^1/_2$ nat. Gr.)

Helleborus. Bei dem dreizähligen Blatte des H. lividus Ait. kommt oft eine ganze oder theilweise Verschmelzung des Mittelblattes

mit den Seitenblättchen vor (Fig. 6). Doch nicht in dieser Richtung sind die Blätter der verwandten Arten weiter ausgebildet, sie verkörpern vielmehr die entgegengesetzte Tendenz, die der fussförmigen Zertheilung, z. B. H. orientalis L.: das mittelste Blättchen ist einfach und frei, die seitlichen sind tief dreitheilig und zwar ist die Theilung jedes der beiden Blättchen auf der Innenseite bedeutend weiter vorgeschritten als an den Seiten. Die vollständige Auflösung der Seitenfinger in einzelne getrennte Blättchen mit kurzen Stielen erfolgt bei H. niger L.: der Typus des fussförmigen Blattes.

Dieselbe Art der Theilung tritt bei manchen Arten nochmals an jedem einzelnen Blättchen auf, so dass bei den Endgliedern dieser Reihe: H. Bocconi Ten. und purpurascens W. K. ein doppelt fingerförmiges Blatt resultirt. Zwischen H. niger und den letzteren finden wir Uebergangsformen: H. viridis L. und atrorubens W. K.[1]).

Bei den bisher genannten sind die Fingerlappen I. resp. II. Grades meist gleichmässig gesägt, doch gibt es auch Species, deren Blattlappen ihrerseits durch Lappen höherer Ordnungen gegliedert sind (H. vesicarius Auch.).

Eine allmähliche Unterdrückung der Lamina und das Uebrigbleiben einer breiten blattartigen Scheide tritt an den oberen Blättern mancher Species, z. B. H. foetidus L., hervor. An den Uebergangsformen krönt eine aus kurzen, schmalen, dunkelgrünen Lappen bestehende Spreite die grosse, breite, bleichgrüne Scheide, ganz oben bleibt nur die letztere zurück. Interessant ist das allmähliche Hinüberneigen zur netzadrigen Nervatur, welches zugleich mit der stärkeren Entwickelung der Scheide in ihr Platz greift.

Eranthis. Zu den bei H. purpurascens erwähnten, secundären Fingereinschnitten kommen bei Er. noch tertiäre hinzu, die aber weit weniger tief gehen als die secundären: auch in diesem Falle kehrt also ein einziger Charakter in steter Steigerung bei verwandten Arten wieder.

Paeonia. Die einfach bis doppelt gefiederten Blätter, welche wir schon mehrfach bei den Ranunculaceen angetroffen haben, treten uns hier in einer neuen Variante entgegen. Wenn auch die Einzelblättchen der P. Moutan die lappige Gestalt von Thalictrum zeigen und wir also den Zusammenhang mit den übrigen Ranunculaceen nicht vermissen, so fällt doch immerhin die isolirtere Stellung von P. auf. Am meisten Aehnlichkeit mit dem Haupttypus derselben, dem doppeltgefiederten Blatte mit grossen, ganzrandigen Blättchen, haben in der Form der Foliola noch gewisse Clematis-Arten, während die feinzertheilte P. tenuifolia L. an Aconitum Anthora erinnert.

Die Blätter der P. Brownii Dgl. können mit den gewöhnlichen, mehrfach fiedertheiligen Ranunculaceen-Gestalten verglichen werden,

---

1) Bei dem fussförmigen H. niger-Blatte bleibt das Mittelblättchen auf dem ungetheilten, primitiven Stadium stehen, während die beiden, bei H. lividus ungetheilten Seitenblättchen eine starke, nach aussen fortschreitende Gliederung zeigen. Anders H. purpurascens, dessen sämmtliche Fingerblättchen eine gleichförmige Theilung besitzen. Die fussförmige Blattform ist in dem Grundschema der Blattnervatur der Ranunculaceen begründet (siehe p. 227 und 228).

gerade diese Form wird uns auch in ziemlich ähnlicher Ausbildung bei den Umbelliferen mehrfach begegnen. Der morphologische Zusammenhang mit einfacheren Formen wird selbst an sehr frühzeitig abgegliederten Theilen des Blattes noch durch an der betr. Mittelrippe herablaufende Säume angedeutet, so auch bei andern Arten: P. anomala Pall.. Die Zahl der Theilungsgrade ist bei der feinzipfeligen P. tenuifolia eine besonders reiche, P. Brownii steht auf der Stufe einer mittleren Gliederungsintensität. Bei P. anomala macht sich eine Verminderung der Theilung und zugleich damit eine im Verhältniss zu den übrigen Blattdimensionen starke Vergrösserung der Foliola geltend. Diese Gestalt ist für die meisten Paeonien charakteristisch. Nicht zu verkennen ist eine Aehnlichkeit in den Einzelblättchen mit manchen Helleborus-Arten, wenn auch die bei diesen selten mangelnde Randzähnelung hier völlig fehlt. Doch selbst in dieser Hinsicht bieten H. vesicarius und Eranthis die gleichen Verhältnisse wie P. anomala und Brownii.

Das Formenbild, das sich im Vorhergehenden vor uns entrollte, besitzt trotz seiner Mannigfaltigkeit ein einheitliches Gepräge. Es ist uns fast überall gelungen, die einzelnen Gestalten als zusammenhängende Glieder von wieder unter sich verbundenen Ketten an einander zu reihen: wir hatten nur Variationen eines einzigen, formenreichen Gestaltencomplexes vor uns. Wir wollen nunmehr in grossen Zügen die betrachteten Formen nochmals mustern, indem wir analoge Gestalten aus verschiedenen Gattungen zusammenstellen.

Fein zertheilte Blätter bis zur Haarform der Zipfel liessen sich in fast allen grösseren Gattungen nachweisen, manche zeigten sogar fast nur diesen Typus (Adonis, Nigella). Ferner gehören hierher Gruppen von Ranunculus, Anemone, Aconitum, Delphinium, Thalictrum, Paeonia, besonders aber auch die submersen Blätter von Batrachium. Doppelt und dreifach gefiederte Blätter mit breiten Einzelblättchen sind bei Aquilegia, Thalictrum, Actaea, Paeonia, Clematis anzutreffen. Wir konnten bei Ranunculus und Anemone die zahlreichen Uebergänge vom einfach nierenförmigen Blatt durch das tief fingerspaltige zum gefingerten verfolgen, es fiel dabei die unverkennbare Aehnlichkeit der beiderseitigen Formengruppen auf. Ebenfalls fingerspaltig oder gefingert sind Aconitum, Delphinium und Trollius. Wir wiesen an verschiedenen Stellen auf die Formen hin, welche die Brücke zwischen fingerspaltigen und gefiederten Blättern bilden. Die Nervatur des einfach nierenförmigen Blattes gab die Möglichkeit der Ausbildung des fussförmigen Blattes zu erkennen, wir trafen das letztere angedeutet bei einigen Ran.-Arten, typisch entwickelt bei Helleborus.

Wie bei Ran. repens durch das Auftreten der Blättchenstiele die gefiederte Form resultirt, so sind auch die mehrfach gefiederten Blätter nur eine durch alle Grade verfolgbare Steigerung dieser einen Bildungsform. Wir vermögen für die Entstehung dieser verschiedenartigen Blätter keine Ursachen anzugeben, wie ja überhaupt die ganze Blattgestaltungslehre mit Ausnahme weniger Ansätze wirkliche Erklärungen

der Bildungsvorgänge bisher nicht zu liefern vermocht hat. So viel lässt sich als Thatsache aus den mit einander verglichenen Formen erkennen, dass die mehrfach gefiederten Blätter einer mehrfachen Wiederholung des bei Ran. repens beobachteten Abgliederungsprocesses ihren Ursprung verdanken. An jedem neu gebildeten Fiederchen III. oder IV. Ordnung eines Thalictrumblattes wiederholen sich dieselben Lappen und Einschnitte wie bei einer Fieder von Ran. repens. Als Beleg für den engen Zusammenhang zwischen dem einfachen, nierenförmigen Blatt mit seichten Lappen und dem gefiederten führte ich die bisweilen an den Schwimmblättern von Batrachium aqu. auftretende Dreizähligkeit auf (Fig. 1a), wobei die langgestielten Einzelblättchen den gewöhnlichen, einfachen Foliis ähnlich sind.

An mehreren Stellen wies ich auf den einheitlichen Bau der Nervatur der Ranunculaceenblätter hin. Die zwischen der Finger- und der Fussform schwankende Blattgestalt zahlreicher Vertreter von Ranunculus, Batrachium, Anemone, Aconitum, Trollius, Delphinium u. a. steht in enger Beziehung zu der Nervatur, wie diese denn auch überall als das stabile Element im Blatte ein wichtiger Factor für seine Gestaltung ist. In den ungetheilten Blättern von Ficaria sehen wir die Hauptnerven genau in derselben Weise verlaufen wie bei den feiner zertheilten Formen. Die Hauptnerven und die stärkeren Seitennerven bilden das skeletartige Gerüst, zwischen dem die zartere Mesophyllmasse eingelagert ist. Sehen wir von dem Auftreten der Blättchenstiele und der doppelten bis vierfachen Fiederung ab, welche nur Modificationen der dem Fingertypus angehörigen Gestalten sind, so bleiben nur wenige Formengruppen mit abweichenden Verhältnissen übrig. Da sind zunächst die Ranunculus-Arten mit linealen und parallelnervigen Blättern resp. Blättchen, ebenso Myosurus, und wenige Vertreter aus anderen Gattungen (Delphinium junceum, Anemone integrifolia u. a.). Welcher Art auch immer die uns bis jetzt noch völlig unbekannten, formbildenden (und formverändernden) Kräfte sein mögen, sicherlich spielen die Nervenstränge als das die Stütze liefernde Gerüst bei diesen anscheinend so complicirten Gestaltungsprocessen eine wichtige Rolle. Welche Umstände sind es nun, die in dem einen Falle eine handförmig gespreizte Nervenlage veranlassen, in dem andern die Stränge in eine mehr oder weniger parallele Lage zu einander bringen bis zu dem Extrem, das sich in Ran. pyrenaeus u. Verw. verkörpert, bei denen ein äusserlicher Unterschied von einem Monokotylenblatt nicht mehr zu bemerken ist? Darüber lässt sich bis jetzt nichts Bestimmtes angeben. Augenscheinlich ist ein gewichtiger Factor dabei die specifische Constitution, das für uns unlösbare x jeder einzelnen, wahren Species, bei welcher immer nur eine oder wenige, bestimmte Formen ausgebildet werden, die ihrerseits als der dieser bestimmten Art eigenthümliche Gleichgewichtszustand für das betr. Organ anzusehen sind. Interessant ist aber immerhin andrerseits auch die Thatsache, dass Typen, die einen derartigen Gegensatz bilden wie das Dikotylen- und das Monokotylen-Blatt, doch durch Uebergänge innerhalb einer einzelnen Dikotylenfamilie morphologisch mit einander verbunden sind.

Nunmehr noch einige Worte über gefiederte und fiederspaltige Blätter! Die Stellung der Fiedern ist entweder die opponirte oder die wechselständige. Die Bindung durch Knoten zur opponirten Stellung erfolgt je nach der Anzahl der Fiederungsgrade auf einer verschiedenen Stufe: reicher gefiederte Blätter zeigen in mehreren Fieder-Ordnungen opponirte Stellung. An den äusseren Theilen tritt in allen Graden schliesslich Wechselständigkeit ein. Die fixirte Gegenüberstellung von Fiedern an den Knoten der Hauptrippen trägt zu einer gleichmässigen Festigung des Blattes gegen die darauf einwirkenden Zugkräfte bei, die an den äussersten Zipfeln nicht mehr in derselben Stärke zur Geltung kommen. R. millefoliatus steht gerade auf dem Uebergang zur Fixirung der Blattknoten (p. 226 Anmerk.). Adonis (p. 237) hat dies Stadium noch weniger erreicht: sie hat abwechselnde Hauptfiedern, ebenso Nigella. Zu einer festeren Consolidirung sind erst die gefiederten Pulsatillen gelangt, und selbst diese nicht immer. Erst bei Blättern mit höheren Fiederungsgraden tritt constante Opponirung der unteren Fiedern einer oder mehrerer Ordnungen ein. Innerhalb der Lamina der Einzelblättchen macht die Gegenständigkeit der Nerven, nach dem ersten, oft fünf- oder mehrfingerigen Auseinandertreten am Grunde, einer Wechselstellung Platz. Ebenso ist es bei einfachen, am Grunde fingernervigen Blättern. In beiden Fällen entsendet höchstens der Mittelnerv ein Nervenpaar in opponirter Stellung.

Die Gattungen sondern sich nach der Grösse der Blattformenunterschiede unter ihren Species in zwei Gruppen, die einen mit zahlreichen, verschiedenen Formen, die andern von mehr monotonem Charakter. Zu der ersten Gruppe gehören Ranunculus und Anemone, recht verschiedene Formen zeigen auch Clematis und Thalictrum. Die andere Gruppe wird durch die Mehrzahl repräsentirt: Nigella, Acon., Delph., Adonis, Paeonia, Aquil., Hell., Batr., Caltha.

Umbelliferen.

Hydrocotyle. Das rundlich herznierenförmige Ficaria- und R. abortivus-Blatt tritt uns bei H. repanda Pers., asiatica L., macrodus Spr. u. a. entgegen. Hieran schliesst sich das dem Schwimmblatt der Batrachia ähnelnde Folium von H. natans Cyr., ranunculoides L., nitidula Rich.. Die Einkerbungen, welche bei den zuerst genannten Arten entweder ganz fehlen oder alle gleich gross entwickelt sind, sondern sich hier in solche, die tiefere Einschnitte bilden und andere schwächere. Zwischen beiden Typen steht H. javanica Thunb. (Fig. 7), deren grosse, malvenartige Blätter seicht siebenlappig sind, die einzelnen Lappen sind ungleich lappig gezähnt. Der Blattgrund, bei den bisher betrachteten Formen ziemlich tief herzförmig, verliert bei anderen die Einbuchtung, er wird schwach herzförmig: H. flexuosa Eckl., dann gerade, d. h. die unteren Ränder des Blattes liegen in einer geraden Linie und stehen senkrecht zum Stiel: H. calliodus Ch. et Schl., deren oberer Blattrand gleichmässig scharf gezähnt ist, ferner die ganzrandige H. villosa L. f.. An beiden Arten bemerken wir bereits weitere Blattformen mit keilförmigem Blattgrund. Bei H. difformis Eckl., Solandra L. f. und triloba Tbg. ist das Blatt langkeilförmig, vorn am breitesten und hat dort wenige, grosse Zähne. Die Fortsetzung des ganzrandigen Typus (H. villosa) ist H. Centella Ch. et Schl.. Uebrigens besitzt auch diese hin und wieder ein Zähnchen, H. difformis hat ebenfalls an manchen Blättern deutliche Zähne, an andern nicht. Das äusserste Extrem in dieser Reihe ist das langlineale, an den Rändern oft zurückgerollte Blatt vieler H.-Arten vom Cap, z. B. H. virgata L. f., filicaulis Eckl., debilis Eckl. und fusca Eckl..

Der Ericaceentypus der Capflora, welcher in den eigenthümlichen, klimatischen Verhältnissen begründet ist, macht sich auch bei diesen Pflanzen geltend:

H. linearis E. M.. Meistens treffen wir allerdings Formen, die manchen wüstenbewohnenden Polygonumspecies aus der Verwandtschaft des P. aviculare oder auch einer Ephedra im Habitus nahe kommen. Die breiteren Blattformen sind entweder stark cuticularisirt, oder oft mit einem dichten Haarfilz bekleidet, z. B. H. hermanniaefolia.

Kehren wir nochmals zu dem an Ficaria erinnernden Blatt der H. asiatica zurück! Der Blattgrund ist tief herzförmig, die unteren Ränder decken sich nicht, sie treten vielmehr von Anfang an immer weiter auseinander. Bei verwandten Species dagegen schieben sich die beiden Lappen des tief herzförmigen Blattes über einander, z. B. H. leucocephala Ch. et Schl.. Bei der ähnlichen H. americana L.[1]) kommt es bisweilen zur Bildung einer kurzen Verbindungsnaht zwischen beiden Lappen. Wird diese Naht weiter ausgebildet gedacht, so ist das schirmförmige Blatt der H. vulgaris L. und Bonariensis Lam. erreicht. An diesen peltaten Gestalten ist meist ihre morphologische Entstehung noch insofern angedeutet, als der Blattgrund sich am Rande durch einen etwas tiefer als die übrigen Kerben gehenden Einschnitt zu erkennen giebt. Bei manchen Species kann dieser Einschnitt an einzelnen Blättern über die Hälfte des Radius betragen (H. Bonariensis).

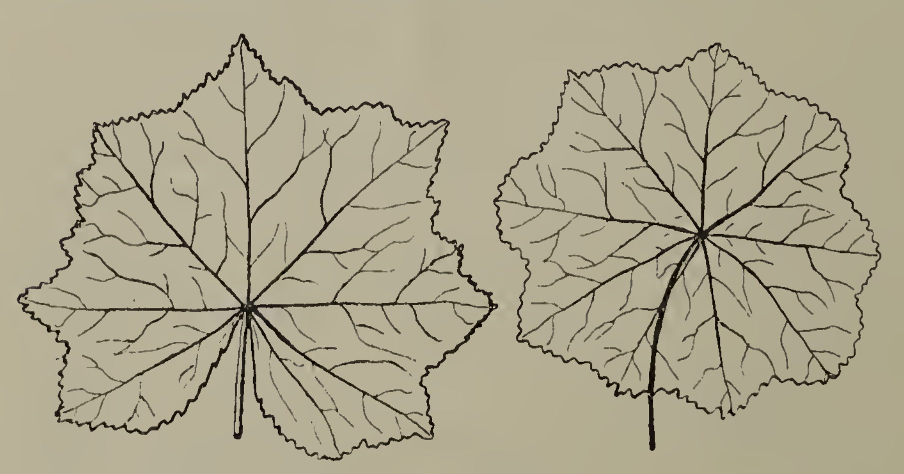


Fig. 7. H. javanica. Fig. 8. H. Barbarossa.
($^1/_2$ nat. Gr.)

Wie aus den Ficaria-ähnlichen Blättern der H. asiatica durch tiefere Einschnitte die Batrachium-ähnlichen von H. ranunc. resultiren, so treten unter den peltaten H.-Arten neben den fast ganzrandigen Foliis der H. vulg. auch seicht gelappte Formen auf; man kann sogar Paralleltypen bei den tief herzförmigen und den peltaten Blättern aufstellen: Die Schirmblätter der H. vulg. können wir in der Ausbildung des Randes mit H. repanda u. a. vergleichen, das Malvenblatt der H. javanica (Fig. 7) findet sein Gegenbild in der umbilicaten Gestalt der H. Barbarossa Ch. et Schl. (Fig. 8). Eine Reihe verwandter peltater H.-spec. führt uns die Vergrösserung der Lappen durch tiefer gehende Einschnitte vor Augen: H. Langsdorfii DC. ist seicht fünf- bis sieben-lappig, einen höheren Grad der Zertheilung treffen wir bei H. quinqueloba R. et P., am weitesten vorgeschritten ist H. Asterias Ch. et Schl.: Die Lappen, meist zu vier, seltener in der Drei- oder Fünfzahl, bilden ein sternförmiges Kreuz, an dem sich Blatt-Spitze und -Grund nicht mehr erkennen lassen. Durch Urban (Martius, Fl. bras. LXXXII) sind die beiden letzteren Arten mit einigen andern als Varietäten zu einer einzigen Species vereinigt worden, welche durch die Vielgestaltigkeit ihrer Laubblätter[2]) unsere Aufmerksamkeit in hohem Grade fesselt. Neben meist peltaten Gestalten liess sich auch eine Form mit herzförmigem Blattgrund nachweisen (var. quin-

---

1) Auf diese morphologisch interessante Pflanze habe ich bereits in einer kleinen Abhandlung hingewiesen: „Ueber die peltaten Blätter der Gattung Hydrocotyle“, Ber. der deutsch. bot. Ges. 1896, XIV. p. 72—76. Mit Tafel V.

2) Da mir die Darstellung in der Flora bras. erst bekannt wurde, nachdem die kleine Arbeit „Ueber die peltaten Blätter der Gatt. H.“ bereits erschienen war, so fehlt dort der Hinweis auf den Polymorphismus dieser Art, statt dessen sind im Sinne von DC. Prodr. mehre Species angenommen worden.

queradiata forma palacea). Die var. angulata mit annähernd geraden Rändern kommt drei- und viereckig vor. Die erstere Form, von der Gestalt eines gleichschenkeligen Dreiecks, bei welchem der Blattstiel im Schnittpunkte der drei Senkrechten (= Hauptnerven) die Lamina trifft, hat einen ziemlich geraden Rand, während die viereckige Form etwas eingebuchtet ist. Ebenfalls in der Zahl der Ecken schwankt, wie wir bereits sahen, die var. Asterias (vergl. Ber. d. deutsch. bot. Ges. XIV, Tafel V, Fig. 9, 10).

Zu erwähnen sind noch die Differenzen in der verhältnissmässigen Grösse der Lappen zu einander: Entweder annähernd gleiche Länge aller oder Praevaliren des Mittellappens (var. angulata, var. quinqueradiata). Die bei den verwandten peltaten und cordaten H.-Spec. bemerkbaren Unterschiede in der Behaarung — ob kahl, ob behaart bis zur Bildung eines braunen Filzes — herrschen auch innerhalb dieser polymorphen Art. Zuletzt sei der erheblichen Grössenverschiedenheiten der Blätter bei den einzelnen Formen der H. quinqueloba gedacht (vergl. die relativ kleinen Blätter der var. Asterias mit denen der var. macrophylla). Eine Verlängerung des Mittellappens im Verhältniss zu den Seitenlappen kommt auch bei den weniger tief gespaltenen Formen des H. Barbarossa-Typus vor: H. acuminata Urb..

Hydr. ist die einzige Umbelliferengattung, welche echte Nebenblätter besitzt.[1])

Xanthosia. Die Blätter von X. rotundifolia DC. führen uns abermals den bereits bei Hydr. calliodus und triloba erwähnten Uebergang vom geraden zum keilförmigen Blattgrund vor. Mit auffallend breiten, keilförmigen, nach Art der oberen Folia von X. rot. nur am vorderen Rande breitgezähnten Blättern schliesst sich hier X. peltigera Steud. an. X. candida Steud. hat filzige, ganzrandige oder wenig gezähnte Blätter: sie wiederholt Hydr.-Formen. X. montana Sieb. zeigt verschiedene Gestalten: manchmal wie X. candida, andererseits kommen aber auch an ihren meist etwas längeren Blättern tiefere Einschnitte vor, die oft sogar die Abgliederung eines Fiederpaares veranlassen; X. Huegelii Steud. ist die folgende Stufe: das Blatt ist tief dreitheilig, die Lappen lineal, am Rande umgerollt. Ausserdem treffen wir einfache, nadelförmige, umgerollte Blätter: X. juncea Benth. (vergl. Hydr.).

Siebera. Bei Hydr. gedachten wir des Ericaceenhabitus mancher Arten vom Cap, das neuholländische Genus S. bietet dafür weitere Beispiele: S. ericoides Bth., linearifolia Bth.. An die Epacrideen, welche die Ericaceen in Australien vertreten, schliesst sich im Habitus S. Billardieri Bth. mit mehren Varietäten an, die wegen ihrer bald rundlich-gedrungenen, bald schmal-linealen Blattformen früher als besondere Arten angesehen worden sind. Die Reduction der Blätter zu kleinen Schüppchen und die Uebernahme der gesammten Assimilationsthätigkeit durch den Stengel erfolgt bei S. juncea Bth., deren Folia fein lineal, klein und hinfällig sind; ihr Stengel ist schwach erhaben gerippt. Zwei oder drei von diesen Rippen sind bei S. compressa Bth. stärker ausgebildet, sie werden zu breiten Flügeln, die den Stengel meist an zwei Seiten einfassen.

Trachymene. Verschiedene Spezies wie Tr. pilosa Sm. und coerulea Grah. besitzen tief zwei- bis dreifach fingerspaltige Blätter. Es ist dies die Weiterführung des von einfach nierenförmigen Blättern

---

1) Vergl. Seemann, On the position of the Genus Hydr. (Journ. of Bot. 1863, No. IX p. 278), ferner Buchenau, D. Blüthenstand u. d. Zweigbildung bei Hydr. vulg. L. (Bot. Ztg. 1866 No. 46, 47).

ausgehenden Gestaltungsganges, den wir bei Hydr. ranunc. bis zur Form des Batrachium-Schwimmblattes vorgeschritten fanden. Tr. incisa Rudge stellt eine noch weiter vorgerückte Stufe dar als Tr. coerulea.

Die ersten Laubblätter der Tr. australis Bth. sind einfach, keilförmig, vorne mit mehren tiefen Zähnen versehen, an die obersten Blätter der Xanthosia rotundifolia erinnernd. Dann folgt eine stufenweise sich vergrössernde Zertheilung bis zu handförmig-tiefgelappter Blattform. Die zuletzt gebildeten Grundblätter ähneln der später zu nennenden Sanicula europaea. Nun folgt ein grosses, handförmiges Folium mit tief getheilten Einzellappen. Diese Species zeigt in aufsteigender Folge in dem Blattgestaltungsprocess klar den Uebergang von dem einfachen Blatt, das bei zahlreichen Umbelliferen die ausgebildete Form darstellt, bis zu jenen reicher gegliederten Gestalten, deren Endstadium Tr. incisa ist, welche einen für ein bloss gefingertes Blatt hohen Grad der Zertheilung zur Schau trägt.

Azorella (Pozoa, Bolax). P. coriacea Lag. lässt uns zurückblicken zu Hydr.: die Entstehung des keilförmigen Blattes aus dem nierenförmigen (H. triloba, calliodus). Ebenso wie bei Trachymene finden wir auch in dem Genus Pozoa den naheliegenden Schritt zur Bildung isolirter Lappen verwirklicht bei P. hydrocotyloides H. f., deren obere Blätter tief dreitheilig sind; ihre Seitenlappen geben nach unten je einen Secundärlappen ab. Das keilförmige Blatt mit scharfen Zahnlappen an der Spitze, welches bei Hydr. erwähnt wurde, kehrt bei Fragosa spinosa R. et P. wieder.

Besonders interessant sind die südamerikanischen, polsterbildenden Azorellen, deren Lebensbild Goebel in seinen „Pflanzenbiol. Schilderungen" anschaulich gezeichnet hat. A. Selago H. f. erinnert im Habitus an Lycopodium Selago, nach dem sie benannt geworden ist. Die Blätter decken sich dachziegelartig, zum grössten Theil bestehen sie aus dem scheidigen Grund, den drei oder fünf Blattzähne krönen. Die Aehnlichkeit mit Fragosa tritt hier wie bei Bolax Glebaria Comm. hervor.

Dieser Reduction des Blattes steht eine andere Art der Verringerung der Blattgrösse gegenüber, bei der in gewissem Sinne ein entgegengesetzter Weg eingeschlagen wird: die kleinen nadelförmigen Blätter der A. filamentosa Vahl und gummifera Poir..

Unter den Azorellen fehlen aber andererseits auch reicher gegliederte Formen nicht. Dreilappig mit bisweilen auftretenden Secundärlappen ist A. aretioides Willd., an die gefingerten Trachymenen reicht A. trifoliolata Hook. heran, deren zwei- bis dreifach fingerspaltige Blätter in schmal lineale Zipfel enden. Das Genus Mulinum wiederholt nur bekannte Formen: Fragosa, Hydr., ähnlich steht es auch mit Bowlesia: Hydr. ranunculoides, einzeln auch Pozoa cor..

Asteriscium und Diposis. Zwischen Pozoa coriacea und P. hydrocotyloides steht die Blattform des A. chilense Ch. et Schl.. Zu den handförmig getheilten Blattgestalten, die bei den Saniculeen überwiegen, leitet D. saniculifolia DC. über. Die Grundblätter sind tief handförmig fünftheilig, der Mittellappen zeichnet sich nicht selten durch bedeutendere Grösse und durch seine Theilung in Secundär- und Tertiärlappen vor den weniger getheilten Seitenlappen aus. Die bisweilen am Schafte auftretenden, kleinen Folia sind einfach dreizählig mit linealen, ganzrandigen Zipfeln: Formen, die bei Actinotus minor wiederkehren werden.

Spananthe. Wir sprachen bei Hydr. repanda von Ficaria-ähnlichen Blattformen; an manchen Blättern gerade dieser Pflanze giebt sich bereits eine Tendenz zur Verlängerung in der Richtung der Hauptrippe zu erkennen. Diese Tendenz wird oft stärker ausgeprägt mit gleichzeitiger Vorziehung in eine Spitze bei Sp.; andere Blätter derselben Spezies sind dagegen bedeutend breiter als lang und kaum zugespitzt, in extremen Fällen sogar an der Spitze breit abgerundet mit gleich grossen Zähnen am äusseren Rande, so dass eine Aehnlichkeit mit Pozoa cor. und mit Eryngium thorifolium gefunden werden kann (letzteres natürlich nur im äusseren Umriss).

Hermas. H. capitata L. f. und quinquedentata L. f. lassen sich an Hydr. Solandra anreihen. Die anderen drei Spezies von Hermas erwähnen wir besser erst bei Alepidea, da sie mit früher besprochenen Typen weniger übereinstimmen.

Eryngium. Das Grundblatt von E. dichotomum Desf. steht dem Ficaria-Typus ziemlich nahe. Sehr eng schliessen sich hieran mehre, durch ihre bedeutend grösseren Blätter allerdings etwas abweichende Eryngien an, so E. planum L., alpinum L.. Besonders bei letzterem glaubt man bisweilen ein grosses Calthablatt vor sich zu haben, während E. planum meist schon zu sehr in die Länge gezogene Blätter besitzt.

Bei E. alpinum und giganteum M. B. macht sich an den oberen Blättern eine stärkere Zertheilung geltend. Sie leiten über zu E. maritimum L., dessen Blätter vom Grunde bis zur Spitze eine ziemlich gleiche, mässig tief zertheilte, fingerlappige Gestalt haben. Das starrlederige, graue Blatt des E. thorifolium ist, wie der Artname schon andeutet, kreisrund oder sogar breiter als lang. Die oberen Folia des E. planum bilden die Brücke zu einem weiteren Formenkreise. Sie sind tiefgetheilt wie die Laubblätter einer grossen Zahl anderer: E. campestre L., Bourgati Gouan, amethystinum L., dilatatum Lam.. Die gerade bei dieser Gruppe so zahlreichen Variationen der grösseren oder geringeren Zertheilung, schwankend zwischen den gelappten Blättern des E. maritimum und völlig gefingerten Formen, können wir unberücksichtigt lassen.

Wir bemerkten bei E. plan. im Vergleich mit E. alp. eine Verlängerung des Blattes. Dieselbe ist hier noch gering, aber der erste Schritt auf einem Bildungswege, der durch zahlreiche Uebergänge ein merkwürdiges Endziel erreicht. Auf E. planum mit schwach herzförmigem Blattgrund folgen E. foetidum L. und Hookeri Walp., deren Basis bereits keilförmig ist. Der Stiel geht mehr und mehr in der sich mit der Scheide vereinigenden Lamina auf, zuletzt verschwindet er völlig. (Bei manchen Arten zeichnet sich jedoch der Stiel durch seine bedeutende Verlängerung aus, er ist rund-binsenfömig und wie manche Juncusblätter durch Querwände gegliedert, die am getrockneten Blatte durch Erhöhungen hervortreten). Durch ihre gleichmässige dornhaarige Wimperung fallen E. elegans Ch. et Schl. und ciliatum Ch. et Schl. in die Augen. (Diese Wimpern ersetzen die gewöhnlichen Kerbzähne des E. planum ebenso wie die dornigen

Lappenendigungen des E. maritimum, alle drei Bildungen sind durch Uebergänge verbunden).

Hatten schon die zuletzt besprochenen Eryngien fast parallelnervige Blätter, so erreichen die nun zu nennenden völlig die Form eines Monocotylenblattes: E. aquaticum L. (yuccifolium Mchx.) (Fig. 9) panniculatum Lar., ebracteatum Lam., Deppeanum Ch. et Schl.[1]). Das letzte Glied in der Reihe bilden die Eryngien mit sehr schmalen Blättern, die manchen Binsen oder anderen grasartigen Gewächsen derartig gleichen, dass der vegetative Theil dieser Pflanzen, für sich betrachtet, die Möglichkeit der makroskopischen Erkennung ausschliesst. Schon die Speziesnamen deuten darauf hin: E. eriophorum Ch., scirpinum Ch., junceum Ch.. M. Möbius hat in zwei eingehenden Arbeiten[2]) dargelegt, dass sich bei den grasblättrigen Eryngien auch mannigfache, anatomische Anklänge an Monocotylen finden.



Fig. 9.
Eryng. aquaticum.
($1/2$ nat. Gr.)

Gehen wir nochmals von dem fingertheiligen, unteren Stengelblatt des E. Bourgati aus, weil dieses dem Sanikel- oder R. acer-Typus nahe steht. Der Stiel setzt sich hier scharf von der Spreite ab, die Scheide geht allmählich in den Stiel über, der an den unteren Blättern eine bedeutende Länge erreicht, nach oben hin aber schnell schwindet: die oberen Spreiten sitzen auf der breiten Scheide. Nur bei wenigen Eryngien sind wie bei E. Bourgati an den unteren Blättern Stiel und Spreite klar von einander gesondert. Als Beispiel einer Mittelstellung sei E. campestre (Fig. 10) genannt, dessen untere Blätter in dieser Hinsicht sehr verschiedene Verhältnisse zeigen. Oft sind es Formen, die durch ihre scharf abgesetzte Spreite dem E. Bourg. entsprechen. Meist läuft jedoch am Stiel von den beiden untersten Blattfingern ein breiter, wie der Blattrand zackig gelappter, sich zuschrägender Saum herab,[3]) der manchmal bloss ansatzweise vorhanden ist und auf beiden Seiten von ungleicher Länge, bisweilen aber eine bedeutende Ausdehnung gewinnt: oft begleitet er einen ziemlich langen Blattstiel bis zur Scheide und setzt sich an deren Aussenrändern bis zur Ursprungsstelle des Blattes fort. Merkwürdig ist besonders der folgende, nicht seltene Fall: Der dornig gezähnte Saum begleitet den Stiel bis zur Hälfte hinab, der untere Theil des Stieles ist ungeflügelt, die Scheide aber ist wieder mit einem dornig-lappigen, grünen Saume versehen (Fig. 10). Bei E. camp. ist derselbe von geringer Breite, die

---

1) Eine grössere Anzahl von Blattformen dieser und der folgenden Eryngien findet sich abgebildet in Martius, Fl. bras. Fasc. LXXXII: tab. 79—90. Der in dem Werke Lubbock's „On seedlings“ II, Fig. 407 abgebildete Keimling von E. paniculatum besitzt breit-lanzettliche Blätter mit gleichmässigen, dornspitzigen Zähnen. Die Nerven sind noch mit einigen, unter einem mässigen Winkel abbiegenden Verzweigungen versehen, im Uebrigen aber bereits von ziemlich paralleler Richtung.

2) Untersuchungen über die Morphologie und Anatomie der Monocotylenähnlichen Eryngien (Pringsh. Jahrb. f. w. B., XIV, p. 379, Taf. XXII—XXIV und Pringsh. Jahrb. XVII, p. 591, Taf. XXXVI, XXXVII).

3) Wir benutzen hier den in der gewöhnlichen morphologischen Terminologie gebräuchlichen Ausdruck „herablaufend“ („decurrens“), welcher seiner Anschaulichkeit wegen für die Beschreibung der fertigen Formen ein gutes Hilfs-

Stränge im Blattstiel sind noch zu einem einheitlichen Ganzen verbunden: an den Saum werden wegen seiner geringen Breite nur feinere Nerven abgegeben. Anders gestaltet sich das Bild bei E. amethystinum u. Verw.. Der Stiel wird bis zur Scheide von dem allmählich sich verschmälernden Laminarsaume begleitet, dieser ist nicht continuirlich, sondern in einzelne Blättchen aufgelöst, die nach Art der oberen Theilblättchen der eigentlichen Lamina gegliedert sind, jedes läuft am unteren Ende seinerseits wieder in einen schmäleren Saum aus, der mit einzelnen, dornigen Zähnchen besetzt ist und dadurch den Eindruck der unterbrochenen Fiederung hervorruft. Der durch diese Blättchen repräsentirte Saum ist viel breiter als der von E. camp.: eine die äussersten Spitzen der Blättchen berührende Umrisslinie zeigt vom untersten Blättchen der ursprünglichen Lamina nach oben und unten ein gleichmässiges Abnehmen der Breite des Gesammtblattes. Als letzter Unterschied von E. camp. ist hervorzuheben, dass der Stiel sich hier oft mehr scheidenartig ausbildet, indem die einzelnen Stränge in einer Ebene ausgebreitet sind; ausserdem giebt er natürlich an die bedeutend grösseren Saumblättchen weit stärkere Stränge ab. Eine scharfe Grenze zwischen Scheide und Stiel zu ziehen ist bei diesem Blatte ebenso unmöglich wie eine solche zwischen Stiel und Lamina.

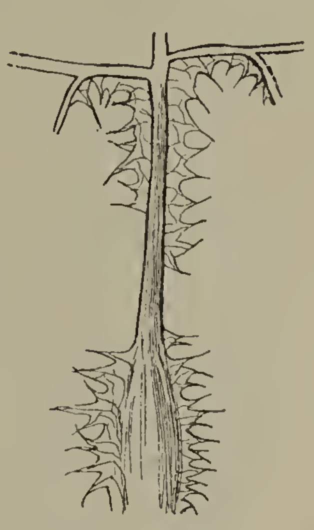


Fig. 10. Eryng. campestre. Blattstiel und Scheide. ($^1/_2$ natürl. Gr.)

Bei den einfachen Blättern sind die Zwischenglieder bei weitem nicht so klar zu erkennen als bei den getheilten. Wie bei E. Bourgati, so sitzt auch bei den einfachen Grundblättern von E. alpinum die tief herzförmige Lamina scharf abgesetzt auf dem Stiel und die Hauptnerven strahlen fingerförmig innerhalb der Blattfläche aus. Der lange Stiel ist rundlich, erst ganz unten allmählich in die Scheide übergehend. Bei den oberen, stufenweise zu fingerförmiger Theilung fortschreitenden Blättern schwindet er, die sich gleichfalls verkürzende Scheide bildet am Rande dornige Laminarlappen und geht ohne scharfe Grenze in die Lamina über. Auch bei den folgenden Species sind die oberen Folia tief fingertheilig, während die Grund- und untersten Stengelblätter einfach sind. Uns interessiren hier nur die letzteren. Die Grundblätter des E. planum unterscheiden sich von denen des E. alp. durch Verlängerung der Lamina, aber auch ihr Spreitengrund weicht ab: neben schwach herzförmigen Blättern sind Formen häufig, bei denen sich die Lamina mehr oder weniger am Stiel herabzieht, manchmal auf einer Seite stärker als auf der andern. Der Stiel selbst ist bald mehr scheidig, bald mehr rundlich entwickelt. Die Nerven verlaufen entsprechend der schmäleren und längeren Blattform mehr parallel. Die Verschmälerung und Verlängerung liess sich bei weiteren Gliedern (vergl. p. 251) stufenweise verfolgen. Dabei ist der Stiel der Grundblätter bald ausserordentlich lang und dann durch Querwände nach Art der Binsenblätter gegliedert wie bei E. corniculatum und petiolatum, bald gehen alle drei Theile in einem einheitlichen Gebilde auf. Von einer Reduction der Lamina ist höchstens bei E. petiolatum var. juncifolium Gray und einigen Verwandten zu sprechen. Dort scheinen die linealen Spreiten an den unteren, langen, binsenhalmähnlichen Stielen zu abortiren. An den Stengelblättern krönt die Spreite ebenso den langen Blattstiel wie bei E. corniculatum, die höchsten bestehen sogar nur aus Lamina und Scheide. Die Scheide der mittleren Stengelblätter, die noch einen ziemlich langen Stiel besitzen, kommt durch laminaren Saum mit ungleich dorniger Bewimperung wie bei E. camp. gewissermassen der sich an den oberen Blättern wirklich mit ihr vereinigenden Lamina entgegen.

Sehen wir von den zuletzt geschilderten Formen mit juncusähnlichen Blattstielen ab, bei denen offenbar, wie in manchen ähnlichen Fällen (Sagittaria, Alisma natans u. a.) die Lamina an den untergetauchten Blättern unterdrückt

---

mittel bildet. Es bedarf keiner besonderen Erwähnung, dass wir uns wohl bewusst sind, dass mit ihm keine entwickelungsgeschichtlich richtige Bezeichnung der hier auftretenden Erscheinung gegeben wird, sondern dass vielmehr diese „herablaufenden" Säume in Wirklichkeit durch Nerven, die sich von dem untersten Hauptseitennerven schon vor seiner eigenen Isolirung loslösen, bedingt sind.

wird und sich nur an den aus dem Wasser hervorragenden Blättern entwickelt, so schliessen sich die übrigen, einfachen Blattformen von dem fingernervigen E. alp. bis zu dem schmal grasblättrigen, parallelnervigen E. Eriophorum zu einer morphologischen Reihe zusammen, welche durch ihre Geschlossenheit falsche Deutungen ausschliesst. Die De Candolle'sche Bezeichnung für die Parallelnervigen: „limbo forsan nullo et foliis ad petiolos reductis" lässt sich nicht aufrecht erhalten: in Wirklichkeit fehlt die Lamina nicht, sondern ist mit Stiel und Scheide derartig verschmolzen, dass eine Abgrenzung der einzelnen Theile des Blattes ausgeschlossen ist.

Alepidea und Arctopus. Al. ciliaris Lar. mit bald breiteren, bald schmäleren Blättern, deren Ränder dornig bewimpert sind, erinnert in der Blattform an manche Eryngien (E. planum, pusillum), während sich dieselbe Wimperung bei dem parallelnervigen E. ciliatum wiederfindet. Durch die Grösse der Blätter besonders weichen von A. ciliaris A. amatymbica Eckl.[1]) (Fig. 11) und peduncularis Steud. ab. Die erstere ermöglicht uns auch das Verständniss für die früher übergangenen Hermas-Arten: H. villosa; die schwachen Zähne am Blattrande der H. gigantea werden durch den starken Filz völlig verdeckt; die H. ciliata L. f. endlich können wir an Al. ciliaris anschliessen.



Fig. 11.
Alepidea amatymbica.
Grundblatt.
($^1/_2$ natürl. Gr.)

Arctopus echinatus L. besitzt ähnlich gelappte Blätter wie Eryng. marit., dieselben bilden eine grundständige Rosette und sind am Rande mit den auf den letzten Seiten schon oft genannten dornigen Wimperborsten besetzt. Ausserdem treffen wir hier eigenthümliche, braungelbe Stacheln auf der Blattoberseite an. Dieselben sind von sehr verschiedener Grösse je nach der Tiefe des Blatteinschnittes, an dessen Basis sie stehen.

Astrantia. Diese Gattung steht mit den beiden folgenden in naher Verwandtschaft; dieselbe findet ihren Ausdruck auch in der Aehnlichkeit der Blattformen.

Denken wir uns die Lappen der Hydr. javanica in symmetrischer Gesetzmässigkeit[2]) tiefer in die Blattfläche eingreifend, so gelangen wir zu dem fünflappigen Blatte der A. carniolica Wulf. u. major L.. Die oberen Folia lassen einen Vergleich mit den zuletzt gebildeten Grundblättern der Trachymene australis zu. Bei beiden Species sind die höher stehenden Blätter immer tiefer gelappt als die unteren, jedoch bleibt zwischen den einzelnen Lappen stets eine, wenn auch

1) Der am Blattstiel herablaufende Laminarsaum tritt hier wie bei Eryng. camp. auf.

2) D. h. die mittleren Lappen tiefer als die seitlichen, siehe darüber Näheres unten.

oft nur kurze, Verbindungsstelle erhalten. Anders bei den folgenden, an deren späteren Blättern manchmal eine völlig durchgeführte Isolirung der Lappen eintritt: A. pauciflora Bert. und minor L.. In der Trennung geht der Mittellappen den übrigen voraus, die Verbindungen zwischen den äussersten Fingern lösen sich von allen am spätesten. Die Zahl der Fingerlappen ist variabel, meist an den Grundblättern geringer als an den mittleren Stengelblättern. Besonders von den äusseren Fingern können sich weitere Lappen abgliedern, ihre Aussenseite zeigt daher nicht selten mehr oder weniger freie Lappen, so dass statt der gewöhnlichen fünf Finger oft die Zahl neun erreicht wird. Das Blatt von A. helleborifolia Salisb. ist statt fünf- bloss dreifingerig, doch tritt nicht selten ein wohl entwickeltes, viertes Blättchen auf: ein Zeichen für die Inconstanz dieser Eigenschaft. Ausser dem nur schwach und spärlich gezähnten Blattrand von A. pauciflora herrscht sowohl in diesem Genus als in den beiden folgenden durchweg eine charakteristische, scharfe und ungleiche bis lappige Zähnelung vor; die einzelnen Sägezähne endigen in borstigen Spitzchen.

Sanicula und Hacquetia. S. europaea L., marylandica L. (Fig. 12) und S. Liberta Ch. et Schl. zeigen keine wichtigen Unterschiede von dem Astrantia-Typus: S. eur. besitzt ein allerdings tief-



12. San. marylandica. Grundblatt. (1/2 nat. Gr.)

Fig. 13. San. bipinnatifida. Unteres Blatt. (2/3 nat. Gr.)

getheiltes, aber am Grunde noch zusammenhängendes Blatt, S. maryl. dagegen hat gefingerte Blätter, deren Einzelblättchen kurze Stiele zeigen (Parallelform zu Astr. minor wie S. eur. zu A. major). Zwischen beiden steht das Blatt von Hacqu. Epipactis DC., bei dem der Mittellappen bereits völlig bis zum Blattstiel durchgeführt ist, die seitlichen

aber noch, ebenso wie bei S. eur., fast bis zur Hälfte vereinigt sind. Bei einer stärkeren Abgliederung der einzelnen Lappen innerhalb eines fingernervigen Blattes geht immer der Mittellappen voran, was an jedem derartigen Blatte bereits durch die nach aussen abnehmende Tiefe der Einschnitte zwischen den Hauptlappen offenbar wird.[1])

Einen sprungweisen Fortschritt zu anderen Formen führt uns S. bipinnatifida Dougl. (Fig. 13) vor Augen. Das mittelste Blättchen hat eine starke Vergrösserung in der Längsaxe erfahren und ist tief fiederspaltig eingeschnitten. Die seitlichen Blättchen zeigen eine ähnliche, wenn auch weniger reiche Gliederung. Die Genesis dieses Blattes ist um so leichter zu constatiren, als der Stiel des Mittelblättchens herablaufend geflügelt ist; diese Flügel sind ausgebissen gezähnt, so dass man beinahe von einem unterbrochen-gefiederten Blatte sprechen kann. An diesem Blatte lässt sich die Entstehung der sogenannten unterbrochenen Fiederung studiren: wir sehen hier den Uebergang von der Fingerung zur Fiederung. Aehnlich wie die anhaftenden Tropfen einer an irgend einem festen Körper herabfliessenden, zähen Flüssigkeit, so zeigen uns die unterbrochenen Fiedern die Spuren des Entwickelungsganges dieser Blattform.[2]) Diese Species bildet also die Brücke von den handförmig-gefingerten Umbelliferen zu den einfach-, doppelt- und mehrfach-gefiederten. Schon S. graveolens Poepp. besitzt eines jener typischen Blätter, die wir uns sofort vorstellen, sobald von Umbelliferenblattformen gesprochen wird. Die herablaufenden Flügel an den Blättchenstielen sind hier verschwunden, die Fiederung ist zur doppelten geworden. Doch noch weiter führt uns derselbe Weg zu S. tuberosa Torr., deren Blattzipfel ebenso fein sind wie bei Oenanthe aquatica.

Hacqu. ist die einzige von den drei so eng verwandten Gattungen, die einen wirklichen Schaft besitzt.[3]) Die Involucralblätter der ihn krönenden Dolde sind breit keilförmig (vgl. Anemone stellata pag. 236), am Aussenrande gleichmässig kerbig-gesägt. Sie kommen also den handförmig getheilten Grundblättern noch näher als die Hüllblätter bei Astr. und San., welche einfache, lineale, ganzrandige Formen darbieten. Bei den letzteren sind Blätter von der Gestalt der Hacqu.-Involucralia bereits unter der Hülle an den oberen Stengelverästelungen zu finden. Besonders bei den Astrantien ist der Uebergang von den fingerförmigen zu diesen einfachen Formen, in welchen sich Vagina und Lamina noch nicht differenzirt haben, zu verfolgen.

Klotzschia. Wir haben nun schon verschiedentlich sowohl bei den Ranunculaceen als auch bei den Umbelliferen neben Blätter mit

---

1) In jenen Fällen dagegen, wo die Lappen nicht sehr tief in die Lamina eingreifen, z. B. bei Hydr. javanica, sind sie alle von annähernd gleicher Grösse, erst bei stärkerer Gliederung tritt diese Differenz in der Grösse der Lappen zu Tage.

2) Um falschen Auffassungen vorzubeugen, wiederhole ich hier eine bereits in der Einleitung (pag. 224 u. 225) gemachte Bemerkung: Meinen morphologischen Formenreihen darf niemals der Gedanke einer stammesgeschichtlichen Entwickelung untergelegt werden. Zu einer solchen Anschauung könnte gerade diese Blattgestalt, die offenbar mitten zwischen den einfachen und zusammengesetzten Formen steht, sehr leicht verleiten. Ich weise jedoch dem gegenüber nochmals darauf hin, dass meine Untersuchung sich mit dem sicher Gegebenen begnügt.

3) Bei S. eur. ist allerdings im Gegensatz zu andern Arten desselben Genus die Tendenz zur Bildung eines Schaftes deutlich zu erkennen.

tief herzförmigem Spreitengrund solche mit peltater Form treten sehen; so findet sich auch unter den Saniculeen, ausser den breit fingerlappigen Sanicula-Gestalten, das umbilicate Blatt der K. brasiliensis Cham.. Die Zwischenräume zwischen den einzelnen Lappen, bei San. tief fingerförmig eingreifend, sind hier sehr flach geworden, oft fast ganz ausgefüllt, so dass die Blattgestalt von K. mehr nach der formverwandten Hydr. quinqueloba hindeutet. Wie diese, so zeigt auch K. eine bemerkenswerthe Variabilität in der Ausfüllung der Einschnitte zwischen den Lappen[1]). Neben ziemlich regulären, fünfstrahligen Formen finden sich dreiseitige mit völliger Ausfüllung zwischen den Lappen. Wie bei den Ranunculus-Arten mit schildförmigen Grundblättern sind auch hier die Stengelblätter nicht peltat, sondern tief herzpfeilförmig mit ziemlich langer Spitze.

Actinotus vertritt die Saniculeen in Australien, er trägt eine zweckmässige Ausbildung entsprechend den eigenthümlichen klimatischen Verhältnissen seiner Heimat zur Schau. A. Helianthi Labill. ist dicht braunfilzig, seine Blätter sind tief dreifingerig, die Hauptlappen geben Nebenlappen ab in derselben gleichmässigen Reihenfolge wie sie bei dem Blatte der S. europaea erfolgt.[2]) Nur sind hier die einzelnen Abschnitte ganzrandig und verlaufen alle annähernd gleichbreit von ihrer Ursprungsstelle bis zur Spitze. Aehnliche Verhältnisse treffen wir auch bei A. leucocephalus Bth., nur fehlt die braunfilzige Behaarung, die einzelnen Zipfel sind länger und schmäler und am Rande schwach umgerollt. Besonders einfach ist das Blatt von A. minor DC., es hat einen umgerollten Rand, ist viel kleiner als das der beiden vorher genannten Species und wie diese dreifingerig, aber bei weitem nicht so stark gegliedert. Bei den am meisten getheilten Blättern gibt jeder der drei Finger noch zwei Seitenlappen ab, neben solchen Formen finden sich häufig andere, bei denen nur die seitlichen Lappen je einen Zweiglappen nach unten bilden. Die höher stehenden Blätter sind einfach dreizählig, die Seitenfinger bleiben allmählich hinter dem mittleren in der Grösse zurück, an den obersten ist zuletzt nur noch dieser übrig.

Lagoecia. Die zuerst nach den Kotyledonen auftretenden Blätter der L. cuminoides L. sind einfach, in drei Lappen geteilt und am Rande spitzig gezähnt, lassen sich also mit Asteriscium vergleichen. Ein späteres, dem Sanikelblatte ähnliches Stadium wird durch ein tiefer gelapptes Blatt repräsentirt, an dem bereits Secundärlappen auftreten. Dann erfolgt die Abtrennung einer Reihe von Fiederpaaren, wobei die oberste, unpaare Fieder das Aussehen des Primärblattes bewahrt

---

1) Martius, Fl. bras. LXXXII, tab. 78, III.

2) Den drei Primärlappen folgt also wie auch sonst der erste von den beiden Seitenlappen nach unten abgegebene Secundärlappen, dessen Nerv bei S. eur. meist völlig von den beiden Seitennerven I. Ordnung getrennt ist; nicht so bei Act.: hier zweigt er sich erst von dem Seitennerven I. Ordnung ab. Dies Blatt steht demnach im Vergleich zu dem mit einer grösseren Fingerzahl ausgestatteten Blatte von S. eur. auf einer einfacheren Stufe, die etwa der Trachymene pilosa entsprechen würde.

(Fig. 14). Während die unteren Blätter verhältnissmässig breite Einzelblättchen tragen, werden die letzteren weiter oben durch schärfere Zähne tiefer zerschnitten. Die untersten Fiederblättchen des unpaar gefiederten Blattes der L. cum. besitzen eine bedeutend geringere Grösse als die mittleren und oberen: ein für die Umbelliferen seltenes Verhalten.

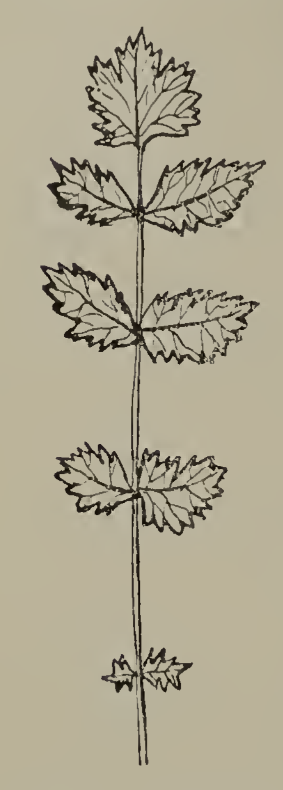


Fig. 14. Lagoecia cuminoides. Unteres Blatt. (Nat. Gr.)

Pycnocycla (incl. Dicyclophora). Das Blatt von D. persica Boiss. hat Aehnlichkeit mit dem von Daucus Carota. P. tomentosa Decne. hat ein bedeutend einfacher gebautes Blatt, es ist unpaar gefiedert mit nur zwei Fiederblättchen jederseits, die wie das Mittelblättchen tief fiederspaltig sind. Die Fiedern sind mit einander durch schmale Säume verbunden, man darf also nur von einem tief fiederspaltigen Blatt reden. Unter den bisher dargestellten Typen sind die Blätter der Lagoecia, und zwar die den zuerst gebildeten einfachen Blättern folgenden, nur mit wenigen Seitenfiedern versehenen am ehesten zu einem Vergleich heranzuziehen. Wegen des bei ihr noch vorhandenen, die Mittelrippe begleitenden Laminarsaumes bildet P. tomentosa ein ähnliches Mittelglied zwischen den gefingerten Blattformen und der einfach gefiederten Lagoecia wie San. bipinnatifida zwischen den gefingerten und den doppelt und mehr gefiederten Blättern der grossen Mehrzahl der Umbelliferen.

P. glauca Lindl. ist stärker gefiedert als die vorhergehende, die Lappen und Zipfel sind schmal lineal, auf dem Querschnitt mehr rundlich. Im Gegensatz zu dieser complicirteren Gestalt tritt uns in der P. spinosa Decne. eine sehr einfache Form entgegen. Die fünf Blättchen der P. tomentosa sind hier drehrund wie Binsenstengel und laufen, ohne die geringste weitere Gliederung, in starre Spitzen aus. Die höher stehenden Blätter besitzen nur ein Fiederpaar, von dem die eine Fieder oft bedeutend kleiner sein kann als die andere, bisweilen auch ganz fehlt. Die obersten Folia stellen nur noch eine einfache, starre Spitze dar.

Echinophora. E. spinosa L. (Fig. 15) steht mit den soeben geschilderten Formen im engsten Zusammenhang. Mit Lagoecia stimmt sie in der ansehnlichen Zahl (an manchen Blättern 7) der Fiederpaare überein; in der Art der Zertheilung der einzelnen Fiedern erinnert sie an Pycnocycla tom., wenngleich die Zipfel bei dieser bei weitem nicht so tief einschneiden; in der Form der Zipfel endlich wiederholt sich annähernd das Bild, das P. spin. gewährt: sie sind dick, im Querschnitt fast rund und laufen in eine harte, stechende Spitze aus.

Aehnlich wie Dicyclophora persica neben P. tom. steht die drei bis vierfach gefiederte E. tenuifolia L. neben E. spin.: abermals das typische Umbelliferenblatt. Nach obenhin geht es allmählich in ein-

fach gefiederte Formen über, die, abgesehen von der grösseren Zahl der Fiedern, an die Blätter von P. tom. erinnern. Die Fiedern dieser oberen Blätter sind im Gegensatz zu den äusserst fein zertheilten unteren breit und unter einander durch einen herablaufenden Saum verbunden.

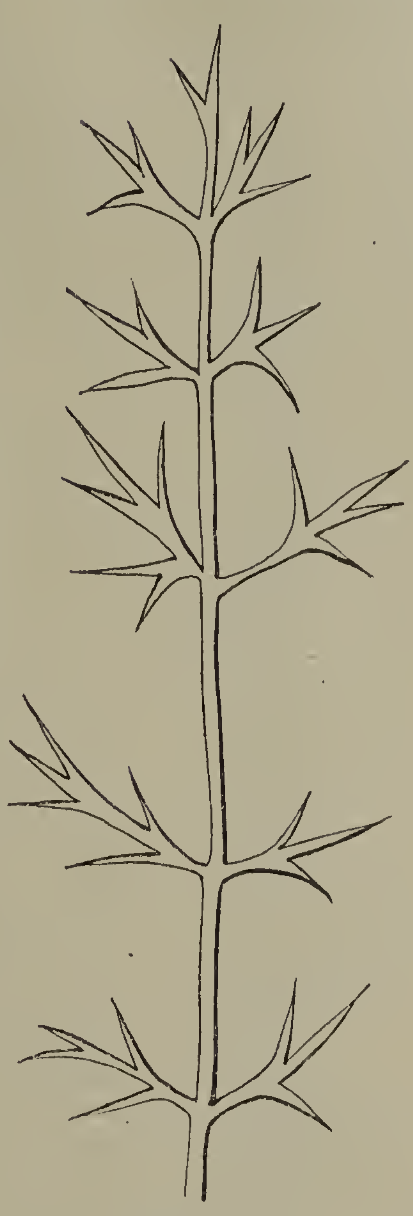


Fig. 15. Echinophora spinosa. Unteres Blatt. ($^1/_2$ nat. Gr.)

Lichtensteinia. L. lacera Ch. et Schl. zeigt in ihren Blattformen eine gewisse Aehnlichkeit mit Alepidea amatymbica; der bei letzterer ungleich lappig gezähnte Rand ist hier aber viel mannigfaltiger und tiefer eingeschnitten: sie vermittelt den Uebergang zwischen dem einfachen, langgestreckten Alep.-Blatte und dem einfach bis doppelt gefiederten der L. pyrethrifolia Ch. et Schl.. L. lacera nimmt demnach unter den Blättern mit überwiegender Längenausdehnung eine ähnliche Zwischenstellung ein wie unter den gleichmässig ausgebreiteten, fingernervigen Blättern San. eur. zwischen der einheitlichen Gestalt von Hydr. asiatica und der gefingerten von Astr. minor. Wir sprachen bei San. bipinnatifida von dem Beginn einer unterbrochenen Fiederung; bei L. pyrethrifolia sind in den unteren Theilen die kleinen Zwischenfiedern bereits völlig isolirt und besitzen die Form und scharfe Zähnelung der Fiederlappen der Hauptfiedern, in den oberen Theilen des Blattes sind sie, wie durchweg bei S. bipinnatifida durch an der Mittelrippe entlang laufende Säume mit der benachbarten oberen und unteren Hauptfieder verbunden.

Carum (im weiteren Sinne). Um in der grossen Fülle der Blattgestalten innerhalb der Tribus der Ammineen eine feste Basis zu gewinnen, greifen wir diese Gattung heraus, weil sich in ihren Sectionen fast der ganze Formencomplex dieser Tribus darstellt.

Die Grundblätter der Zizia cordata Koch sind herzförmig, einfach mit kleinen, gleichgrossen Kerben am Rande (vergl. die unteren Blätter von Eryng. alpinum). Die folgenden Blätter zeigen bisweilen nur auf einer Seite, oft aber auch auf beiden, einen seichten Einschnitt. Dann treten Formen auf, an denen sich auf einer Seite ein Seitenblättchen isolirt hat, während die andere Seite nicht das geringste Zeichen einer Theilung zu erkennen gibt. Die am Grunde des einfachen Blattes in ähnlicher Weise wie etwa bei Hydr. asiatica und Eryng. planum büschelförmig entspringenden Nerven treten an diesem Blatte auf der den zuerst dargestellten, einfacheren Verhältnissen treu bleibenden Seite nur einmal am Grunde auf; die andere, weiter entwickelte Blatthälfte zeigt dagegen ein zweimaliges Auftreten dieser Büschelnerven:

die eine Abtheilung geht in das Seitenblättchen, die andere tritt am Grunde des Mittellappens hervor. Durch Vergleichung der beiden Blatthälften ergiebt sich, dass ein auf der die ursprünglichen Verhältnisse darlegenden Seite mitten im Blattparenchym liegender Nerv auf der anderen Seite förmlich an den Mittelnerven herangezogen erscheint. Er bildet zusammen mit einem schwächeren, zwischen ihm und dem Hauptnerven verlaufenden, dem letzteren auch auf der ursprünglicheren Seite eng anliegenden Nerven durch Verzweigung das vorhin erwähnte Nervenbündel des Mittellappens. Die folgende Blattform zeigt auf beiden Seiten vollendet, was bei der eben geschilderten erst auf einer Seite durchgeführt war: zwei sitzende Seitenblättchen und ein gestieltes Endblättchen, das in seiner Gestalt wieder dem ersten, einfachen Blatte entspricht. Das höhere Folium besitzt drei gestielte Blättchen, das mittlere ist ungetheilt, die beiden seitlichen dagegen zeigen beide auf der einen und zwar der äusseren Seite die Abgliederung eines Lappens; der eine dieser neuen Lappen ist noch zum grössten Theile mit seinem Mutterblättchen verbunden, der andere ist bereits von dem seinen getrennt; nur ein schmaler, von dem letzteren zu ihm herablaufender Saum deutet noch den bei den unteren Blättern bestehenden Zusammenhang an. So weit Z. cordata! Z. aurea Koch bildet die Fortsetzung, indem bei ihr die doppelte Fiederung zur Ausbildung gelangt. Wir können also in der Stufenfolge der Blätter bei diesen beiden Species die Ableitung des doppelt gefiederten Blattes (sogar bis zu dreifacher Fiederung lassen sich die ersten Ansätze bei Z. aurea nachweisen) aus einem einfachen, ungetheilten darthun.

In ähnlicher Weise wie bei Lagoecia lässt sich bei C. Bunius L. (Ptychotis heterophylla Koch) der Uebergang aus einem handförmig-tiefgetheilten Blatte, das, von der Grösse abgesehen, ganz der San. eur. gleichkommt, zu den unpaar gefiederten Blättern erkennen. Zuerst tritt ein Fiederpaar auf, dann zwei und so fort. Hier, bei Pt. het., bleibt die Zahl derselben allerdings bedeutend beschränkter als bei Lagoecia (vier völlig isolirte Paare sind eine Seltenheit, zwei bilden die Regel). Jedoch bereits C. ammoides Bth. weist eine grössere Anzahl von Fiederpaaren auf, die noch bei weitem übertroffen wird durch das lange und schmale Blatt des C. verticillatum Koch (Fig. 16).

Wir haben hier bisher die Breite und Zertheilung der Fiedern dieser einfach unpaar gefiederten Blätter unberücksichtigt gelassen und bloss ihre allgemeine Gestaltung besprochen. Nur bei Pt. het. erwähnte ich, dass die zuerst gebildeten Blätter die Sanikelform besässen. Auch die übrigen Grundblätter, die einfach gefiederte Gestalten zeigen, haben breite, mit grösseren und kleineren, lappigen Einschnitten versehene Blättchen; das Endblättchen bewahrt die Form eines Sanikelblattes. Durch einen meist sehr schnellen Uebergang, der an den ersten Stengelblättern hervortritt, findet ein Wechsel im Aussehen der oberen Folia statt. Die an den unteren Blättern nur am Rande erscheinenden Einschnitte und Lappen greifen tiefer in das Blattgewebe ein, es entstehen fein zertheilte Blättchen mit nadel-

förmigen Zipfeln, so dass der Speciesname „heterophylla" als besonders glücklich gewählt erscheint.

Die Einzelblättchen des C. Carvi L., das in der Feinheit der Zipfel keinen grossen Gegensatz zwischen den Grund- und den Stengelblättern zur Schau trägt, stehen, was die Breite der Lappen anlangt, bei allerdings reicherer Gliederung des ganzen Blattes etwa auf der Stufe der Uebergangsblätter von Pt. het., während sowohl C. verticillatum (Fig. 16) als auch C. ammoides über die letztere hinausgehen und die denkbar feinsten Zipfel des Meum athamanticum erreichen.

Wir haben im Vorhergehenden die beiden Hauptgestaltungsrichtungen dargestellt, die innerhalb der Centralgruppen der Umbelliferen in vielfältiger Variation und doch grosser Gleichförmigkeit wiederkehren. Den Anschluss weiterer Formen gewährt C. latifolium Bth.: Die ersten Blätter sind am Rande gekerbt-gesägt, sie erinnern im äusseren Umriss und in der Nervatur an Eryng. planum, nur sind sie beiderseits mit einem Einschnitt versehen, die Tiefe desselben ist variabel, nicht nur an verschiedenen Blättern, sondern oft auf den beiden Hälften eines einzigen Blattes sogar abweichend. Bei den folgenden Blättern treten die schon bei Pt. het. erwähnten Sanikelformen auf, im Uebrigen verläuft die Bildung der Fiederpaare ähnlich wie bei letzterer. Besonders charakteristisch sind die bei C. lat. noch bleibenden Laminarsäume der Mittelrippe, welche flügelartig von Fieder zu Fieder verlaufen. Die Zahl der Fiederpaare ist eine beschränkte, meist nur eins oder zwei. Die Fiedern können, besonders an den höheren Blättern, tief getheilt sein, sie behalten aber oben annähernd dieselben Umrisse wie an den Grundblättern. Daraus ergeben sich dann Formen, die ähnlich auch bei Sison Amomum L. vorkommen.

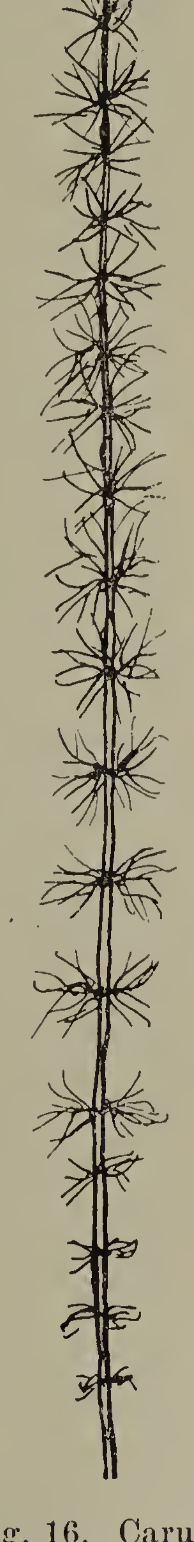


Fig. 16. Carum verticillatum. Grundblatt. (Nat. Gr.)

Nachdem wir eine allgemeine Uebersicht über die Blattformen der Carum-Verwandten gewonnen haben, ist es nöthig, noch einen Augenblick bei C. Carvi selbst zu verweilen. An seinen Primärblättern kann man stufenweise die Entstehung der an den Seitenrippen I. Ordnung, nahe der Hauptrippe entspringenden, kreuzweis gestellten Blättchen verfolgen, die nach vorn und hinten schräg aus der Blattfläche heraustreten. Das erste Primärblatt, fast noch eher gefingert als gefiedert zu nennen, zeigt natürlich noch nichts von dieser Erscheinung, ebensowenig das zweite mit einem isolirten Fiederpaar. Erst das dritte Blatt lässt den ersten Ansatz dazu erkennen, indem sich der untere, erste Secundärlappen des untersten Fiederpaares stärker isolirt und seitlich nach vorn ausspreizt. Der erste Lappen an der oberen Seite der Primärfieder folgt ihm in derselben Weise, er wendet sich allmählich bei den folgenden Blättern nach hinten aus der Blattebene heraus. Auf diese Weise entsteht die für den Kümmel so charakteristische Kreuzstellung der untersten Se-

cundärfiedern, die um so deutlicher wird, je mehr dieselben an den Grund der Primärfiedern, also an die Hauptmittelrippe heranrücken. Nicht nur um diese letztere, sondern auch um die Secundärrippen herum treten schwache Andeutungen einer solchen verticillaten Stellung von Fiederchen, wie diese Erscheinung bezeichnet werden mag, hervor, jedoch ähnlich schwach, wie es an den obersten Blättchenpaaren der Fall ist. Die verticillate Stellung von Fiedern ist eine bei den Umbelliferen mehrfach wiederkehrende Erscheinung, die ich hier an dem wohl am besten bekannten Beispiele C. Carvi kurz darstellen wollte.

Rossmann[1]) erwähnt, dass bei einem von ihm abgebildeten Blatte von C. Carvi das unterste Hauptfiederpaar kürzer sei und weniger Zipfel aufweise als das zweite, über ihm stehende Paar. Eine diesem merkwürdigen Verhalten ähnliche Erscheinung hat er „bei den Umbelliferen nur noch bei einigen Blättern von Seseli montanum beobachtet“. Ich habe noch einige Beobachtungen hinzuzufügen. Beim Messen der Länge der Hauptfiederpaare verschiedener Blätter ergaben sich recht variable Verhältnisse. Nicht allein bestätigte sich die Beobachtung Rossmann's, sondern es zeigten sich oft auch deutliche Grössenunterschiede zwischen den beiden Fiedern desselben Paares an dem nämlichen Blatte.

In viel grösserer Augenfälligkeit als beim Kümmel ist die geringere Grösse der unteren Fiederpaare im Verhältniss zu den mittleren desselben Blattes bei C. verticillatum (Fig. 16) ausgeprägt.

An den Stengelblättern des C. Carvi tritt, bisweilen nur auf einer Seite, meist aber auf beiden, ganz an der Basis der Scheide je ein kleines, isolirtes Blatt mit doppelter bis fast dreifacher Fiederung auf.[2]) Dasselbe besitzt eine Scheide für sich, welche jedoch manchmal am Grunde ein wenig mit der Scheide des grossen Blattes, an dessen Basis es steht, zusammenhängt; in den meisten Fällen aber ist sie völlig frei. Wir können diese Blätter als sehr frühzeitig losgelöste Theile des grossen Blattes betrachten, sie kommen wirklichen Nebenblättern bereits derartig nahe, dass sie sich begrifflich nicht mehr von ihnen scheiden lassen. Nach Rossmann's Anschauung, die er allerdings nur vermuthungsweise ausspricht, sind es die untersten Fiedern II. Ordnung, welche sich bereits an dieser Stelle abgliedern. Verschiedene Thatsachen lassen es fraglich erscheinen, ob diese Auffassung der Wahrheit entspricht. Zunächst herrscht, wenn nur die eine Seite der Scheidenbasis des Hauptblattes mit einem solchen Nebenblatte besetzt ist, in dem untersten Fiederpaar des Hauptblattes keine Verschiedenheit derart, dass beispielsweise die Fieder, auf deren Seite kein solches Secundärblatt entwickelt ist, eine reichere Gliederung aufwiese als die auf der anderen, was nach der Rossmann'schen Darstellung doch wohl der Fall sein müsste. Ferner: in den mittleren Stengelpartien haben wir es zwar mit nur einem solchen Blätterpaar zu thun, in den oberen aber kommt es zu grösseren Complicationen, dort können nicht bloss zwei, sondern drei, ja selbst vier solche isolirte Blätter auftreten; dieselben umgeben dann in Form eines Kranzes die freie Seite des betreffenden Stengelknotens. Die seitlichen Blätter haben regulär deutlich scheidigen Grund, das oder die mittleren nicht immer. Die Grössenverhältnisse der Blätter eines und desselben Kranzes sind oft sehr verschieden, manchmal aber auch auffallend gleich. Wie es sich nach dem häufigen Auftreten von nur einem solchen Blatte voraussagen lässt, differiren auch die Blätter des meist vorhandenen einen Paares beträchtlich in Grösse und Gliederung. Ich möchte sie als Bildungen sui generis betrachten, die allerdings mit dem grossen Laubblatte in ihrem Auftreten in enger Beziehung stehen, aber nicht als frühzeitig abgetrennte Fiedern gelten dürfen.

Als einer besonders merkwürdigen Erscheinung muss noch eines mehrmals bei C. Carvi in höheren Stengelregionen beobachteten Falles gedacht werden: Zwei Hauptblätter stehen durch Verkürzung der Stengelglieder in gleicher Höhe, ihre Scheiden sind — ein bei den Umbelliferen seltenes Ereigniss — einseitig bis über die Hälfte verwachsen, auf der anderen Seite frei, hier sitzt ein einziges Secundärblatt.

---

1) Beitrag zur Kenntniss der Spreitenformen der Umbelliferen (Abh. d. naturf. Ges. Halle, VIII p. 177).

2) Schon Rossmann hat l. c. diese begleitenden Blätterpaare an dieser Pflanze bemerkt.

Falcaria Rivini Host bildet eine Fortsetzung des bei C. latifolium angedeuteten Gestaltungsprocesses. Die schmalen Mesophyllsäume jenes sind hier durch breite Stielchenflügel, die ganz nach der Art der Zipfel gesägt sind, ersetzt. Die Blätter sind theilweise noch einfach gefiedert, andere sind dagegen zur abermaligen Theilung der Blättchen vorgeschritten. Diese doppelte Fiederung tritt sehr unregelmässig auf, so dass die ohnehin schon durch ihre langen, schmalen, scharfgesägten Einzelblättchen auffälligen Blattorgane charakteristische und mannigfaltige Gestalten aufweisen; wir erkennen jedoch die Uebereinstimmung mit dem von Carum latifolium Gesagten. Eine Abweichung liegt nur in der grossen Länge und geringen Breite der Blättchen.

Sium. Die ersten Laubblätter der Keimpflanze von S. lancifolium Bieb. sind rundlich, schwach herzförmig, dann folgen etwas verlängerte Formen, etwa den Grundblättern von Eryng. planum entsprechend, die späteren zeigen die Verlängerung in eine Spitze, so dass sie den zugespitzten Blattgestalten von Spananthe gleichen. Die nächsten Blätter sind bereits unpaar gefiedert und zwar mit einem Fiederpaar, die Einzelblättchen werden allmählich länger und schmäler, die Zahl der Fiederpaare nimmt nun zunächst nach oben hin zu bis etwa 7—8: das typische Siumblatt ist erreicht; so auch S. latifolium L., angustifolium L., Sisarum L., cicutifolium Gmel. u. a.. Nur geringe Modificationen treten auf: bald sind die Blättchen kürzer und breiter, wie bei S. angustifolium, bald länger und schmäler wie bei den meisten übrigen. Ausser diesen Variationen treten aber noch andere, interessantere auf, die an bereits bei Carum dargelegte Formverhältnisse anknüpfen, zugleich aber auch wieder einmal eine direct constatirbare Einwirkung des Mediums auf die Gestaltbildung vorführen. Es geben sich nämlich bei S. lat. an Blättern, deren ganze Entwickelung im untergetauchten Zustande stattfand, bemerkenswerthe Verschiedenheiten gegenüber den in der Luft gewachsenen zu erkennen. Die Foliola dieser Wasserblätter sind statt der für die Luftform charakteristischen meist völlig gleichmässig gesägten Berandung tief doppelt fiederspaltig, so dass es bisweilen zu Formen kommt, die mit den Blättern von Carum Carvi Aehnlichkeit zeigen. Die beiden verschiedenen Gestalten sind durch graduelle Uebergänge (Fig. 17) verbunden; es lässt sich im Einzelnen verfolgen, wie an Stelle der doppelt-fiederspaltigen Blättchen einfach-fieder-


Fig. 17. Sium latifolium. Uebergangsform zw. Wasser- und Luft-Blättern. ($^2/_3$ nat. Gr.)

spaltige erscheinen, wie dann die tiefen Lappen zu seichten Blattzähnen werden, bis endlich beim Luftblatt der gleichmässig gesägte Rand einsetzt. Bei S. ang. dagegen zeigen auch die oberen Blätter meist einen ungleich gesägten, lappigen Rand, sie stehen insofern den Wasserblättern näher.

Wie auch sonst bei ganz oder theilweise untergetauchten Pflanzen, ist der Stiel der unteren Blätter von S. lat. hohl und durch Querwände gegliedert. Die seine Fortsetzung bildende Mittelrippe trägt an den mit solchen Querwänden versehenen Knotenpunkten die Blättchen. Merkwürdig ist es nun, dass bei unserem Sium an dem Knoten unterhalb der ersten ausgebildeten Blättchen eine Fieder oder ein Paar derselben von bedeutend geringerer Grösse und oft mehr paralleler Nervenrichtung auftritt. Da eine dieser beiden gänzlich fehlen kann, so ist es auch aus analogen Fällen erklärlich, dass sie bei gemeinsamem Auftreten vielfach von sehr verschiedener Grösse sind. Da das unterste wohl ausgebildete Blättchenpaar ebenfalls oft, wenn auch nicht so erheblich kleiner ist als das nächstfolgende, so haben wir hier einen ähnlichen Fall des Grössenverhältnisses unter den Blättchen, wie bei Lagoecia und bei einigen Carumarten. Mögen auch immerhin an Stelle des untersten rudimentären Blättchenpaares bisweilen grössere, den folgenden mehr ähnelnde Blättchen auftreten — wie ich an der Hand von zur Untersuchung gerade dieser Verhältnisse gesammeltem Material bemerkt habe — in der Regel bleibt trotz alledem eine grosse Kluft zwischen diesen Fiedern und den ihnen folgenden bestehen. Ich glaube in ihnen besondere Bildungen sehen zu dürfen, die gewöhnlich, wenn der Stiel nicht solche Querwände und damit Knoten bildet, überhaupt nicht entwickelt werden können. Es würden also die Siumblätter durch diese kleinen, untersten Blättchen einen entgegengesetzten Grad der Ausbildung zeigen, wie die später zu nennende Crantzia, bei welcher das gesammte Blatt auf den ebenso mit Querwänden versehenen Stiel plus Mittelrippe reducirt ist.

Bei den ausgebildeten Seitenblättern gliedert die obere Seite manchmal ein secundäres Seitenblättchen oder wenigstens einen ansehnlichen Lappen ab, die untere dagegen bleibt einfach. Es ist dies ein ähnliches Verhalten in der Grösse, wie zwischen den hinteren und vorderen Kreuzblättchen von Carum Carvi. Aber nicht immer trifft dies zu: oft ist die untere Blättchenhälfte gleich breit oder selbst breiter wie die obere.

Was die Stellung der Einzelblättchen im Raume anlangt, so sind die paarigen Foliola ähnlich wie bei C. Carvi mehr schräg zwischen der Horizontalen und Verticalen gestellt, die unpaare Endfieder steht wie die Mittelrippe ziemlich aufrecht.

A e g o p o d i u m. Wie sich ein Zusammenhang zwischen den meist einfach gefiederten Blättern des Carum latifolium und den doppelt gefiederten der Falcaria ergab, so sind auch die Differenzen zwischen Aegopodium und Sium gering, trotz der anscheinend ziemlich verschiedenen Blattform beider. Die Einzelblättchen von Aeg. und S. ang. sind einander ähnlich. Aeg. kann als Beispiel des Entstehungsprocesses mehrfach gefiederter Blätter gelten, denn die Abgliederung von Seitenblättchen lässt sich bei ihm in allen Stadien studiren.

Die Primärblätter von Aeg. sind dreizählig, das unterste sogar bloss tief dreilappig. Am Aussenrande sind sie gleichmässig spitz kerbig eingeschnitten. Diese dreizähligen Blätter haben Aehnlichkeit mit denen der Coptis trifolia. Sie können als Prototyp einer grossen Zahl von Primärblättern anderer Doldenträger angesehen werden. Die Gesammtspreite der Primärblätter besitzt einen herzförmigen Grund, sie steht ziemlich horizontal und bildet mit dem schräg aufwärts strebenden Blattstiel einen Winkel. Dies Verhalten setzt sich bei der Gesammtlamina der ausgebildeten Laubblätter fort. Die Secundär- resp. Tertiärstiele (je nach der Abgliederungshöhe) liegen mit ihrer Blättchenspreite ziemlich in einer Fläche, wenn die betr. Spreite sich keilförmig in den Stiel zuschrägt, so dass beide nicht scharf gegen einander abgegrenzt sind. Jedesmal, wenn bei der weiteren Ausbildung der Blättchen ein herzförmiger Spreitengrund auftritt, lässt sich sofort eine mehr oder weniger ausgeprägte Winkelstellung zwischen Spreite und Stiel erkennen.

Pimpinella und Verw.. Lereschia Thomasii Boiss. zeigt in ihren Blattformen Aehnlichkeit mit Hacquetia. Eine Blattgestalt mit weiter gehender Gliederung besitzt Cryptotaenia canadensis DC.: manchmal sind die Blättchen derselben tief eingeschnitten getheilt, immer haben sie einen ungleich scharf gesägt-lappigen Rand. Meist tritt an den beiden Seitenblättchen der bei Lereschia wie bei den Saniculeen mit fingernervigen Blattformen vorhandene, grosse, untere Lappen nicht hervor, nur bei stärker getheilten Blättern findet es sich, im Uebrigen erinnert auch Cryptotaenia an den Hacquetia-Typus. Blättchen, die stärker getheilt sind und einen längeren Stiel besitzen, zeigen an dem letzteren in gleicher Weise wie San. bipinnatifida herablaufende Flügel mit tief einschneidenden Zähnchen wie am Blattrand. P. rotundifolia verbindet diese beiden Arten mit den einfachen Grundblattformen von Sium lancifolium und Zizia. Die charakteristischen, im Umrisse fast kreisrunden Blätter der P. rot. variiren sehr in der Tiefe der Lappen, bald zeichnen sich deren Einschnitte kaum vor den Kerbzähnen aus, bald gewinnen die Folia durch das stärkere Hervortreten ihrer Lappen das Aussehen von Hopfenblättern. Die Grundblätter der P. Candolleana W. et A. gleichen einfachen, herzförmigen Eryngienblättern; ihr fein ausgebissen-gezähnter Rand lässt auch nicht die Spur einer Gliederung erkennen; an den höheren Foliis tritt eine Dreitheilung ein, an den obersten ist jedes der drei Blättchen tief fiederspaltig, die dadurch gebildete Form hat Aehnlichkeit mit Ran. acer [1]). Bei der grossen Mehrzahl der Pimpinella-Arten kommt es zur Bildung von unpaar gefiederten Blättern in ganz der gleichen Weise wie bei Lagoecia, Zizia und Sium. Die Fiedern der grundständigen Blätter sind meist breit elliptisch, kaum gelappt, diejenigen der Stengelblätter tief fiederspaltig. Es kommen also auch hier ähnliche Gegensätze zur Geltung, wie bei Ptychotis heterophylla. Manchmal haben auch die Grundblätter fiederspaltige Einzelblättchen (formae dissectae



Fig. 18. Pimp. integerrima. Grundblatt. ($^2/_3$ nat. Gr.)

1) Pancicia serbica, deren Grundblätter wie Pimp. Cand. den Eryng. alp.-Charakter tragen, geht an den Stengelblättern schnell zur Auflösung in sehr feine Zipfel (Nigellaform) über. Das zwischen den beiden so sehr von einander abweichenden Gestalten vermittelnde Blatt weist bald an den seitlichen, bald an dem mittleren Lappen die spätere, feine Zertheilung auf, während die betr. andere Blattpartie noch dem Verhalten der unteren Blätter treu bleibt.

von P. Saxifraga und magna), die so gebildeten Blattgestalten haben Aehnlichkeit mit Carum Carvi. Bei manchen Species geht der Abgliederungsprocess weiter: die doppelt gefiederten Blätter der P. villosa Schousb. und aurea DC..

P. Gymnosciadium legt einen Vergleich mit verschiedenen Hydr.-Species nahe. Sie hat einfach gefiederte Blätter, deren Endblättchen in Form und Nervatur durchaus mit Typen, die zwischen Hydr. repanda und ranunculoides stehen, übereinstimmen.

P. integerrima DC. (Fig. 18) fällt durch ihre breiten, ganzrandigen Blättchen unter ihren Verwandten auf. Die Theilung des ganzen Blattes entspricht der doppelt gefiederten der P. aurea. Die Blättchen variiren sehr in der Form: bald sind sie völlig ungetheilt, bald auf einer, bald auf beiden Seiten mit einem stärkeren oder schwächeren Einschnitt versehen oder in secundäre Blättchen getheilt. Beachtenswerth ist endlich die eigenthümliche, fein netzadrige Nervatur.

Apium (incl. Helosciadium): Die Formen der vorhergehenden Gattungen wiederholen sich: Hel. nodiflorum hat Siumblätter, H. repens erinnert in der Gestalt an Sium ang., in der Grösse an die Grundblätter von Pimp. Saxifr.. H. inundatum Koch zeigt eine ähnliche Heterophyllie wie Sium lat.: die untergetauchten Folia haben tief doppelt fiederspaltige Blättchen mit haarfeinen Zipfeln. Die Blättchenpaare sind an den untergetauchten zahlreicher als an den Luftblättern, die letzteren haben meist nur zwei bis drei Paar, ihre Einzelblättchen sind nicht fiederspaltig, nur mehr oder minder tief gelappt.

Durch die geringe Zahl der Fiedern sowie auch durch deren Gestalt leitet H. inundatum über zu A. graveolens, dessen mittlere Laubblätter nur 1—2 Fiederpaare ausbilden, die Primär- sowie die höheren Stengelblätter sind bloss tief dreilappig.

A. gr. besitzt im Kulturzustande bedeutend grössere Grundblätter als in der freien Natur, auch die Zahl der Fiederpaare ist vermehrt. Besonders auffällig aber ist eine häufige Erscheinung an kultivirten Exemplaren, die ich bisher nirgends erwähnt fand. Am Beginn der Lamina tritt nicht ein Paar Foliola auf, sondern ein Doppelpaar. Die vier Blättchen, die so einen gemeinsamen Ursprung an der Rhachis nehmen, zeigen unter einander die gleichen Grössen- und Theilungsverhältnisse. Ueber den Ursprung dieser Bildungsabweichung liess sich nichts Genaueres ermitteln, vielleicht sind die günstigen Ernährungsverhältnisse der Kulturpflanze eine Mitveranlassung.

Pentacrypta. P. atropurpurea Lehm. erinnert uns an Aegopodium. Die unteren Blätter sind allerdings etwas einfacher gegliedert, als dieses, aber der ungleich lappig-gesägte Rand deutet bereits auf die später auftretenden Formen hin: es erscheinen, durch Uebergänge vorbereitet, doppelt dreizählige Blätter, die also einer Stufe der Gliederung entsprechen, auf der Aegopodium sehr häufig stehen bleibt.

Molopospermum, Conium, Myrrhis und Chaerophyllum. Die etwas mehr gefiederte Myrrhis occidentalis B. et H. ähnelt der Pentacrypta in Bezug auf den lappigen, gesägten Blattrand. Viel weiter differenzirt ist das reich gegliederte, grosse Blatt von Molopospermum cicutarium DC.: es ist zwei- bis dreifach gefiedert mit einfach bis doppelt tief-fiederspaltigen Zipfeln, der ungleich lappige, gesägte Rand wird hier vertreten durch einen doppelt fiederschnittigen.

Bei Conium maculatum L. finden wir eine ähnliche Form mit noch feinerer Zertheilung an einem Blatte, das eine der häufigsten Erscheinungen unter den Umbelliferen bildet.

Wir befinden uns jetzt mitten in einem Formenkreise, der innerhalb unserer Familie den Hauptrang einnimmt, bei dem, trotz mannigfacher Modificationen in der Form der Einzelblättchen und in ihrer Zerlegung in Zipfel, immer die Uebereinstimmung mit den dargestellten Typen bestehen bleibt. Die Aufzählung der einzelnen Formen und ihrer zum Theil schwer durch das geschriebene Wort wiederzugebenden Abweichungen von einander innerhalb der zum Theil recht artenreichen Genera würde ermüdend wirken. Wir können daher über die folgenden Ammineen mit einigen kurzen Bemerkungen hinweggehen.

Conopodium Koch erinnert an Blattformen, die bei Carum und Pimpinella geschildert wurden, Osmorrhiza Rafin. stimmt in einigen Species mit grossen Aegopodiumblättern überein, andere wiederholen den Coniumtypus. Zwischen ähnlichen Grenzen schwanken auch die zahlreichen Species von Chaerophyllum, als Beispiel von Aegopodiumformen seien Ch. aromaticum Jacq., nodosum Lam. und temulum L. genannt, für die ungleich zahlreicher vertretene Coniumgestalt: Ch. bulbosum und aureum.

Neben diesen sind auch einzelne, anders geartete Formen zu nennen, die aber auch schon früher vorgeführt wurden, so Balansaea frutanesii Boiss. mit bedeutend einfacheren, kaum doppelt gefiederten Blättern. Grammosciadium daucoides DC. erinnert an Carum verticillatum.

An die Blattformen der grossen Mehrzahl der Chaerophyllumarten schliessen sich auch die in dieser Hinsicht gleichförmigen Species von Anthriscus[1]) an. Auch die Blätter von Scandix erinnern an manche früher dargestellte Formen.

Smyrnium. Die unteren Blätter von S. Olusatrum L. sind reicher gegliedert als Aegopodium, im Uebrigen aber nicht sonderlich von ihm unterschieden, die oberen zeigen eine bedeutende Vereinfachung der Gliederung: von zweifach dreitheiligen Formen steigen wir auf zu einfach dreizähligen. S. perfoliatum Mill. hat unten ähnliche Blattformen wie S. Olus., auch hier erfolgt ein schnelles Abnehmen der Gliederung, allein das erreichte Ziel liegt jenseits der bei S. Olus. auftretenden Formen: die oberen Blätter sind völlig einfach, tief herzförmig-stengelumfassend, mit kaum bemerkbaren Kerbzähnen am Rande, oft fehlen sogar diese letzten Andeutungen der Gliederung. Die obersten Folia nehmen nicht selten kreisrunde Gestalt an. Bei S. rotundifolium L. (Fig. 19) herrschen im Ganzen dieselben Formen, nur kommt es bisweilen zu einer theilweisen Verwachsung der stengelumfassenden Blattlappen unter Bildung eines kräftigen Nahtnerven.

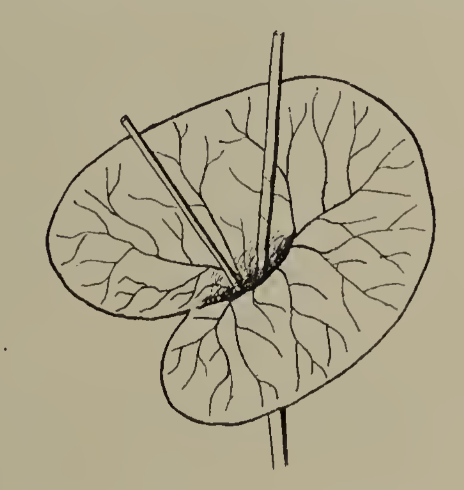


Fig. 19. Smyrnium rotundifolium. Oberes Blatt. ($^1/_2$ nat. Gr.)

Trinia und Rhyticarpus. Die Blätter von Tr. fallen in den Bereich der bei Carum beschriebenen Formen. Sie sind meist

1) In einer ausführlichen, posthumen Arbeit: Die Kerbelpflanze und ihre Verwandten (Abhandl. d. naturw. Ver. Bremen X, p. 74—139) hat Dr. H. Koch einen Ausschnitt aus seinen Umbelliferenstudien niedergelegt. Er bestimmte an den Blättern die Grössenverhältnisse der Fiedern und Internodien und stellte arithmetische Beziehungen zwischen den einzelnen Theilen fest.

in lineale Zipfel aufgelöst; nach oben verringert sich die Zahl der Fiedern sehr rasch: die Spreiten werden dreizählig, auf der Scheide sitzend; zuletzt bleibt ein einfacher linealer Zipfel übrig. Auch bei andern Umbelliferen aus dieser Gruppe findet eine ähnliche schnelle Reduction der Spreite unter den oberen Blättern statt.

Die Blätter von Rhyt. rugosus Sond. sind dicklich und bilden getrocknet an den Verzweigungsstellen Einschnürungen, die sich den verkalkten Thallusgliedern von Corallina vergleichen lassen. Die Art der Gliederung weicht nicht sehr von dem Carum-Typus ab. In den oberen Stengelpartien macht sich wie bei Tr. eine starke Verringerung der Theilung geltend. Nachdem die Reduction der Zipfel bis zur Ausbildung eines kleinen, seitlichen Höckers an dem drehrunden, linealen Blatt vorgeschritten ist, fällt zuletzt auch dieser fort: das Resultat ist ein einfaches, nadelförmiges, spitzes Gebilde.

Heteromorpha. H. arborescens (Fig. 20) besitzt von den vorher beschriebenen Ammineen sehr abweichende Blattformen. Die-



Fig. 20. Blattformen der Heteromorpha arborescens. ($^2/_3$ nat. Gr.)

selben können von verschiedener Gestalt sein, meist einfach oder dreizählig, jedoch treten auch unpaar gefiederte mit zwei Fiederpaaren auf. Die Blätter bezw. Blättchen sind entweder ganzrandig oder kaum sichtbar gekerbt, den Blattorganen von Salixarten ähnlich und zwar verschiedener, denn selbst in der Form weisen sie grosse Differenzen auf, bald schmal und spitz wie Salix alba, bald kürzer und breiter wie S. Caprea, sogar mit abgestumpften Spitzen, ähnlich dem Vaccinium uliginosum, endlich mit schwach umgerolltem Rande wie S. myrtillifolia. Diese eigenartigen Gestalten können wir nur dann an ihre Verwandten anreihen, wenn wir von den complicirtesten ausgehen und das sind die unpaar gefiederten Blätter mit zwei Fiederpaaren. Eine solche einfache Gliederung liess sich bei verschiedenen Pflanzen nachweisen, z. B. bei Carum latifolium: bei H. begleitet,

ähnlich wie bei diesem, das obere Blättchenpaar, allerdings kaum merklich, die Mittelrippe des Blattes mit einem kurzen Mesophyllsaume. Die dreizähligen und die ganz einfachen Blätter schliessen sich an das soeben geschilderte, einfach gefiederte als Vereinfachungen desselben an. Es ist räthselhaft, warum an dem einen Strauche fast nur dreizählige Blätter auftreten, während ein anderer einfache, schmale bildet. Auch die Variabilität der Blättchen resp. Blätter in Breite, Zuspitzung und den andern vorhin erwähnten Eigenthümlichkeiten ist auffällig. Die Blättchen der H. ähneln in einzelnen Formen denen der Pimp. integerrima sowohl in der äusseren Gestalt als auch in der besonders fein netzigen Nervatur.

Bupleurum und Hohenackeria. Mit den einfachen Weidenblättern der strauchigen Heteromorpha lassen sich die Formen des B. fruticosum L., foliosum Salzm., gibraltaricum Lam. zusammenstellen. Jedoch noch an einer andern Stelle können wir Anknüpfungspunkte für eine eigenthümliche Bupl.-Species finden. Die Blätter des kapländischen B. difforme L. würde man, für sich betrachtet, eher für Kiefernadeln halten, als einer Umbellifere angehörig (Fig. 21). Erst bei genauerem Studium entdeckt man an der Spitze mancher Blätter kleine, spitze, seitliche Auswüchse, die zu einem Vergleich mit den oberen Blättern von Rhyticarpus (vergl. p. 268) auffordern. Die Reduction ist hier bei B. diff. frühzeitiger und vollständiger erfolgt, als bei Rh.[1]). B. diff. steht in seiner Gattung ziemlich isolirt da, denn selbst bei den schmalen Blättern von B. papillosum DC. und B. glumaceum Sm. ist immer noch der Begriff Blatt„fläche“ anwendbar, während B. diff. Binsenblätter hat.



Fig. 21.
Bupleurum difforme.
(1/2 d. nat. Gr.)

Bei den parallelnervigen Formen ist eine grosse Mannigfaltigkeit in der Breite und Länge der Folia zu bemerken. Neben dem schmalblättrigen B. glumaceum finden sich zahlreich fein grasblättrige, wie B. tenuissimum L., aber auch erheblich längere und breitere fehlen nicht: B. junceum L.. Die unteren Blätter von B. ranunculoides L. entsprechen noch ganz dem Grasblatt-Typus, die oberen dagegen sind mit breitem Grunde stengelumfassend. B. longifolium L. hat bedeutend grössere und breitere Blätter, sonst sind die Verhältnisse ähnlich. Bei B. protractum Lk. und B. rotundifolium L. folgen auf die tief herzförmig-stengelumfassenden Folia völlig durchwachsene, deren Spreite bei ersterem, im Gegensatz zu dem mehr kreisblättrigen B. rot., nach Art des B. long. in die Länge gezogen ist. In gleicher Weise wie bei den oberen Blättern von

1) Nach den Angaben von DC., Prodr. kommt B. diff. auch mit getheilten Blättern vor, in dem mir zu Gebote stehenden Material sind solche Formen nicht vertreten.

Smyrnium lässt sich also auch hier neben der herzförmig-stengelumfassenden Blattgestalt die durchwachsene nachweisen. Dort, bei Sm. rotundifolium ist die Verwachsungsstelle noch durch einen mehr oder minder tiefen Einschnitt erkennbar, hier ist sie ebenso völlig am Blattrande verschwunden wie unter den peltaten Hydr.-Arten bei H. Barbarossa. Als Verbindungsglieder zwischen den Abtheilungen der parallel- und der fiedernervigen Blätter sind B. stellatum L.[1]) und pyrenaeum Gouan anzusehen; ersteres steht den parallelnervigen Formen näher: die Seitennerven laufen dem Mittelnerven ziemlich parallel, sind aber miteinander derartig durch Tertiärnerven verbunden, dass sie nicht so isolirt dastehen wie z. B. bei B. junceum, auch verlaufen sie nicht wie bei diesem bis zur Spitze, sondern endigen meist am Rande (nur die obersten an der Spitze), sie gehören also bereits der camptodromen Nervenklasse an. Bei B. pyrenaicum bilden die Secundärnerven bereits einen grösseren Winkel zum Mittelnerven, B. gibraltaricum ist ähnlich, an beiden nehmen die Seitennerven nicht eigentlich vom Mittelnerven ihren Ursprung, sondern von Nerven, die sich ihm beiderseits eng anschliessen und mit ihm einen zusammenhängenden Strang bilden. Im Blatte von B. fruticosum ist der Mittelstrang einheitlich, die ihn begleitenden Stränge sind mit ihm verschmolzen, so wird durch die unter einem Winkel von 45° und mehr sich abzweigenden Secundärnerven der Eindruck der Fiedernervigkeit hervorgerufen. Damit sind wir bei Heteromorpha angelangt: sie bildet demnach das Bindeglied zwischen den Bupleuren und den übrigen Umbelliferen.

Man hat die Blätter sämmtlicher Bupleura nach dem Vorgange von De Candolle[2]) als Phyllodien zu deuten versucht. Dieser Forscher stützt seine Behauptung hauptsächlich durch B. difforme, dessen Verhältnisse ja allerdings einer derartigen Deutung entgegenkommen. Die übrigen Species aber reihen sich weit naturgemässer durch die von uns construirte Formenkette an Heteromorpha an: ihre Blätter besitzen also eine wohlausgebildete Spreite und stellen keineswegs verbreiterte Blattstiele ohne Spreite dar. Auch Goebel's Untersuchungen haben zu dem gleichen Resultate geführt.[3]).

Hohenackeria bupleurifolia F. et M. wiederholt die Blattgestalt des B. tenuissimum.

Athamanta und Seseli. Innerhalb der Gattung Athamanta sind verschiedene Typen von mehrfach gefiederten Blättern vereinigt, die uns bereits bekannt sind. A. cretensis L. zeigt fein mehrfach gefiederte, scandixähnliche Blattformen, A. macedonica Spr. erinnert an

---

1) Die Hüllblätter des B. stellatum sind unter sich verwachsen, nur ihre äussersten Spitzen sind frei. Es verdient Beachtung, dass bei den verwandten B. protractum und rotundifolium die Involucralia völlig frei sind, andrerseits sind aber bei ihnen die Laubblätter durchwachsen, was wiederum bei B. stell. nicht der Fall ist. Die beiden, doch augenscheinlich eng verwandten Formen, die perfoliate und connate, treten also hier gesondert an verschiedenen, nahe verwandten Arten auf, aber nicht nebeneinander an derselben Art.

2) Prodr. IV. pag. 127: Folia rarius secta saepius limbo abortivo et petiolo dilatato mutata in phyllodia integerrima.

3) Vgl. Entwickelungsgesch. der Pflanzenorgane (Schenk's Handbuch der Bot.) pag. 241.

die mehrfach gefiederten Blätter der Pimp. aurea. Im Gegensatz zu den breiten Blättchen der letzteren sind bei A. ramosissima Port. und Matthioli Wulf. die Fiederchen in lang lineale Zipfel aufgelöst. Die Formen der A. cretensis und Matthioli spielen in dem Genus Seseli die Hauptrolle. Die Fiederblättchen variiren sehr in der Breite, neben den haarfeinen von S. gracile sind breitlineale Gestalten wie die von S. gummiferum Sm. zu bemerken und zwischen ihnen das Heer der mittleren Formen.

In etwas anderen Bahnen bewegt sich die Blattgestaltung bei dem Subgenus Libanotis. Die einfacheren Formen wie L. Buchtormensis DC. sind einfach gefiedert, die Blättchen ihrerseits tief fiederspaltig, etwa zwischen Carum Carvi und den Grundblättern der Pimp. Saxifraga in der Mitte stehend. Im Uebrigen ähnlich, aber von der einfachen Fiederung zur doppelten bis fast dreifachen vorgeschritten ist L. montana All..

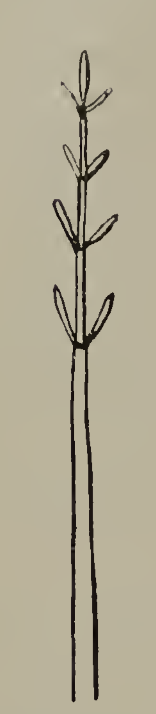
Während das Blatt der L.-Arten wegen seiner fiederschnittigen, ziemlich breiten Blättchen — mit Ausnahme der nach vorn und hinten heraustretenden kreuzförmig gestellten Blättchen am Grunde der Hauptverästelungen – ziemlich in einer Ebene ausgebreitet ist, gilt für die haarfein zertheilten Athamanta-Arten nicht dasselbe. Das Blatt der A. Matthioli ist wohl eines der besten Beispiele zur Darstellung der räumlichen Ausbreitung haarförmig gespaltener Umbelliferenblätter. Bereits die unterste Dreigabelung des Gesammtblattes spreizt schwach von der Richtung des Blattstieles ab. Einer je höheren Ordnung die später folgenden Dreispaltungen angehören, desto stärker ist der Grad des Spreizens. Die letzten Dreizinken vor den Blattzipfeln selbst bilden alle drei mit dem Stiel, von welchem sie ausgehen, einen rechten Winkel, sie liegen also selbst in einer Ebene. Durch das constant sich steigernde Nachhintenspreizen des betr. mittleren Zinkens wird bewirkt, dass die äusseren Gabelungen ganz nach hinten und unten herumgebogen sind: dies ist der äusserste Grad des Heraustretens der Theile eines Blattes in die dritte Dimension, den ich bei Umbelliferen beobachtet habe.

Foeniculum, Cachrys und Prangos. Dieselbe haarförmig feine Zertheilung wie bei verschiedenen Species von Athamanta und Seseli zeigen F. officinale All., Pr. foeniculacea C. A. M. und eine Anzahl Cachrysarten. C. pungens Jan. mit lang linealen, starren Blattzipfeln könnte man als Gerippe von Coniumblättern bezeichnen.

Oenanthe, Crantzia und Cynosciadium. Oe. Phellandrium Lam. lässt in ähnlicher Weise einen Unterschied zwischen Wasser- und Luftblättern hervortreten wie Sium. lat. und Helosc. inund.. Die mittleren Luftblätter gehören dem Coniumtypus an, nach oben findet durch Prävaliren der Hauptspindel eine Annäherung an den Carumtypus statt. In der Breite der Einzelblättchen herrscht bei den Luftblättern eine ziemliche Variabilität, die Wasserblätter sind in fein lineale Zipfel aufgelöst, ähnlich den submersen Foliis von Sium lat..

Das Schierlingsblatt wiederholt sich in grösseren Dimensionen bei Oe. prolifera L.. Oe. sarmentosa Presl steht zwischen diesem und dem Siumblatt. Durch eine grössere Anzahl von Species werden die sich den oberen Blättern von Oe. Phellandrium anschliessenden Silaus- und Seseli-Formen vertreten, so Oe. silaifolia, Lachenalii u. a.. Zwischen beiden steht die breitblättrige Oe. apiifolia Brot.. Bei Oe. fistulosa L. herrschen an den unteren Blättern noch die gleichen Formen wie bei

den vorigen, allerdings mit geringerer Gliederung. Diese nimmt nach oben hin mehr und mehr ab. Bei den oberen, einfach gefiederten Blättern (Fig. 22) sind die Theilblättchen lineal und ziemlich kurz. Der Blattstiel dagegen ist im Verhältniss zur Blattfläche bedeutend verlängert, röhrig und an den Knotenpunkten durch Scheidewände gegliedert.


Fig. 22. Oenanthe fistulosa. Oberes Blatt. (Nat. Gr.)

Treten bereits bei den oberen Blättern der Oe. fist. die Blättchen gegenüber dem gegliederten Blattstiel in den Hintergrund, so fallen sie ganz fort bei Crantzia lineata Nutt. (Fig. 23): es bleibt der Juncus-ähnliche, mit Scheidewänden versehene Blattstiel plus Mittelrippe übrig, ein interessanter Reductionsfall bei dieser kriechenden, rosettenbildenden Wasserpflanze, die unter den Ranunculaceen in Ran. Moseleyi ein Analogon findet. Meistens bleibt der Stiel bis oben hin cylindrisch und bewirkt dadurch eine Habitusähnlichkeit mit Pilularia (Fig. 23 *a*); es kommen jedoch bei dieser variabeln Umbellifere Formen vor, bei denen er sich flächenförmig verbreitert (Fig. 23 *b*). Die Gliederung durch Scheidewände ist, wenn auch viel schwächer, sogar in dem verbreiterten, oberen Theile zu bemerken.

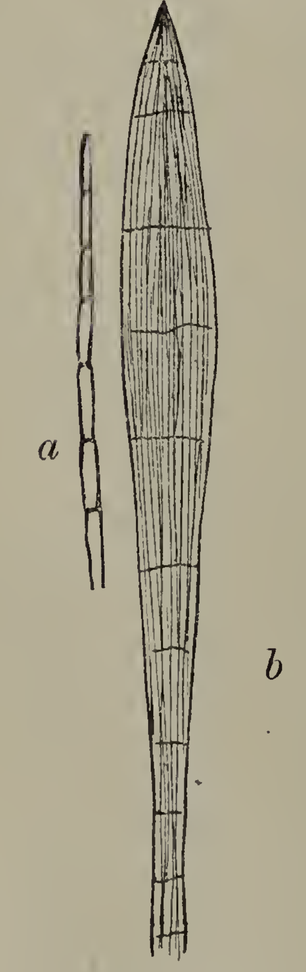


Fig. 23. Crantzia lineata. *a*) die häufigere, *b*) die seltenere Blattform. (Nat. Gr.)

Von Cynosciadium pinnatum DC. liegt mir leider nur ein einziges Exemplar vor, dessen untere Blätter fehlen; die langlinealen, oberen weisen nur eine schmale Seitenfieder auf einer Seite auf oder sie sind völlig ungegliedert. Den systematischen Werken zufolge sollen Blätter mit 3—5 Fiedern vorkommen. Augenscheinlich liegt hier also eine Reduction auf die Mittelfieder vor, die bedeutend verlängert ist und parallele Nervatur besitzt: ein ähnlicher Fall der Reduction von gefiederten auf einfache Blätter wie bei Heteromorpha.

Bei einigen capländischen Oenanthe-Arten (Oe. filiformis, Dregeana) ist der Schwund der Seitenfiedern ein vollständiger, es resultiren Formen, die wir bereits bei capländischen Hydrocotylespecies und bei Bupleurum antrafen.

E u r y t a e n i a. E. texana T. et Gr. hat tief dreifach fiederspaltige Blätter. Das unterste Fiederpaar entspringt an den mittleren Blättern nicht genau opponirt aus dem oberen Theile der Scheide, es ist kürzer und schmäler als die folgenden (Fig. 24 *a*). Ob wir es hier mit ähnlichen Bildungen wie den Scheidenzipfeln von Adonis zu thun haben,

muss ich, weil mir nur ein einziges, unvollständiges Exemplar vorliegt, dahingestellt sein lassen. Wahrscheinlich sind hier in der That



Fig. 24. Eurytaenia texana. *a*) mittleres, *b*) oberes Blatt. (Nat. Gr.)

die Verhältnisse ähnlich. Die oberen Blätter (Fig. 24*b*) haben recht lange und schmale Zipfel, sie erinnern an die Blattform der Nigella damascena.

Eine grössere Anzahl von Genera der Seselineen können wir übergehen, da sie früher dargestellten Typen entsprechen.

Meum und Palimbia. Das Blatt von M. athamanticum gehört dem Carumtypus an, es ist in haarfeine Fiedern aufgelöst.

Im Gegensatz zu Carum verticillatum beginnt es unten mit der am stärksten in Länge und Zertheilung ausgebildeten Fieder. Von dem an den Ursprungsstellen der grösseren Primärfiedern durch die ersten nach unten zusammengerückten Secundärfiedern gebildeten Kreuz ist zu bemerken, dass hier in einer der Regel entsprechenden Weise die unteren, also die nach vorne gekehrten Fiedern länger und mehr getheilt sind als die nach hinten gerichteten. Beim Kümmel konstatirten wir entweder Gleichheit oder selbst grössere Ausbildung der hinteren Kreuzfiedern.

Die nach vorne gekehrten, unteren Kreuzfiedern ebenso wie die nach hinten gerichteten können secundäre Kreuzfiederchen bilden, welche dann als kreis-

förmiger, borstlicher Kranz die Mittelrippe des Gesammtblattes umgeben. Vorne sind die secundären Kreuzfiederchen grösser und reicher getheilt, als hinten, sie entsprechen also den Grössenverhältnissen ihrer Mutterfiedern. Die nach vorne heraustretenden, primären Kreuzfiedern haben eine grössere Länge als die ihnen an derselben Seite ihrer Ursprungsrippe folgenden Nachbarfiedern, die nach hinten gekehrten sind dagegen gerade umgekehrt bedeutend kleiner als die ihnen in derselben Weise folgenden Nachbarfiedern.

In der Feinheit der Zertheilung stimmt mit Meum Pal. salsa Bess. überein; ein charakteristischer Unterschied beider besteht darin, dass bei M. die Primärfiedern von unten nach oben allmählich an Grösse abnehmen, bei Pal. dagegen die untersten Fiederpaare eine viel geringere Grösse besitzen als die ihnen folgenden mittleren.

Acroglyphe. Acr. runcinata E. M. (Fig. 25) steht unter ihren Verwandten etwas isolirt da, sie besitzt dreizählige, ungelappte Blätter. Die Einzelblättchen findet man in ähnlicher Form und mit der gleichen haarspitzigen Kerbung bei einfachblättrigen Eryngien und bei Alepidea (A. Woodii Oliv.) wieder. Dreizählige Gestalten wie Acr. erreicht in seinen obersten Theilen das Pleurospermum austriacum Hoffm.. Die Hüllblätter dieser Pflanze sind wie bei manchen andern Umbelliferen noch lappig getheilt und gerade sie kann man, wenn sie vergrössert und statt der Ganzrandigkeit mit gleichmässig gezähntem Rande versehen gedacht werden, mit Acr. vergleichen.

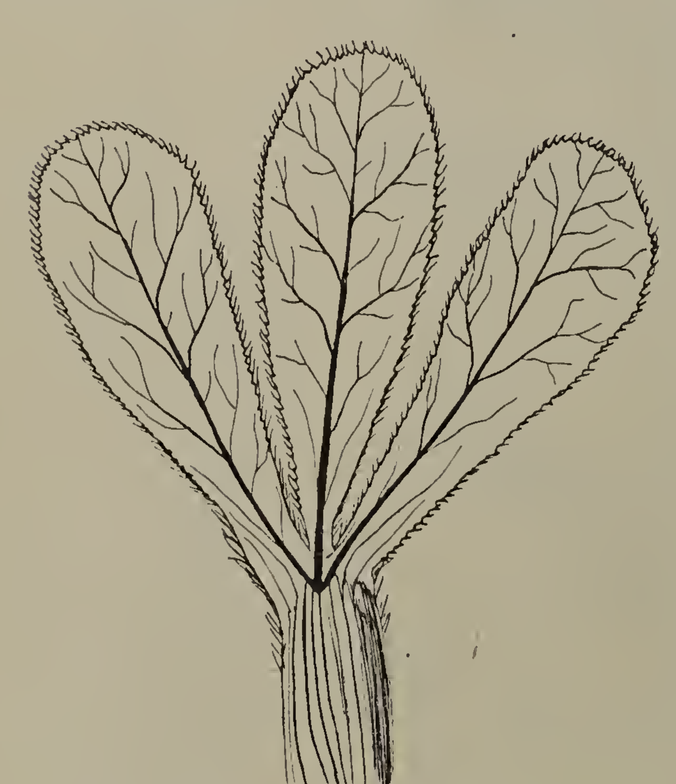


Fig. 25. Acroglyphe runcinata. Grundblatt. (1/2 nat. Gr.)

Ligusticum und Verw.. Bei Conioselinum Fischeri W. et Gr. ist an Conium oder Chaerophyllum zu denken, das bedeutendste Contingent stellen aber wiederum Seseli-ähnliche Formen.

Bemerkenswerth ist L. Gingidium Forst. (Fig. 27 *a*). Seine Blätter sind einfach gefiedert mit stumpf keilförmig sitzenden Einzelblättchen, deren Aussenrand feingekerbt-gezähnt ist. Die obersten Blättchenpaare laufen etwas an der Mittelrippe herab: ein Hinweis auf die ontogenetische Entstehung aus einfachen Blättern. Die Nervatur weicht von den verwandten Formen sehr ab. Die Stränge verlaufen scharf craspedodrom und dichtgedrängt, so dass der Vergleich mit Farnblättern naheliegt (vergl. auch Eryng. ciliatum). Wir werden bald ein einfaches Blatt mit ähnlicher Strangvertheilung bei Angelica kennen lernen.

Die Blattontogenese des L. scoticum L. kann als typisch für die Bildung gleichmässig ausgebreiteter, mehrfach gefiederter Umbelliferenblätter gelten. Das erste Laubblatt des Keimlings ist einfach, jederseits mit einem bis zur Hälfte in die Blattarea eindringenden Einschnitt sowie mit andeutungsweise vorhandenen Secundär- und Tertiärkerben. Bei Blatt 2 sind die Primäreinschnitte bedeutend tiefer, bei 3 annähernd bis zum Spreitengrund vorgerückt. In 4 treffen wir ein drei-

zähliges Blatt mit gestielten Blättchen, die letzteren haben eine keilförmig zugespitzte Basis. Im weiteren Verlaufe der Blattentwickelung findet eine nochmalige Spaltung statt, meist hängen jedoch die secundären Fiedern am Grunde noch ein wenig zusammen (also annähernd die Stufe der Aquilegiablätter bei den Ranunculaceen). Nach oben zu macht sich naturgemäss eine starke Verringerung der Gliederung bemerklich: wiederum tritt ein einfach dreizähliges Blatt auf, diesmal aber mit am Grunde bedeutend länger keilförmiger Zuspitzung als unten bei den Primärblättern, auch der Rand ist schwächer getheilt. Endlich zu oberst ein schmal zusammengezogenes, dreilappiges Blatt mit ganzrandigen Abschnitten. Die Aehnlichkeit der Laubblätter des L. scot. mit den Formen von Apium und Petroselinum ist auffallend, wenngleich diese letzteren andere Verhältnisse in der Gliederungsgrösse zeigen: das eine (Apium) ärmer, das andere (Petroselinum) reicher getheilt als unser Ligusticum.

L. acutilobum S. et Z. besitzt tiefer gespaltene Blättchen, die sich der Sanikelform nähern. Weiter unten kommen dreizählige Gestalten vor, oben einfache, tief fingerlappige. Die letzteren leiten über zur Form der halbstrauchigen Polemannia grossulariifolia E. et Z., die nur solche Sanikelblätter von unten bis oben in annähernd gleicher Grösse trägt.

Durch verschiedene bemerkenswerthe Eigenschaften ist das Blatt des L. alatum Spr. ausgezeichnet. In seiner allgemeinen Gliederung kann man es mit einem Anthriscus-Blatte zusammenbringen. Eine eigenthümliche Ausbildung zeigen die an den Ursprungsstellen der grösseren Hauptfiedern I. und II. Grades sich befindenden „zurückgebliebenen“ Fiederchen. Ihrer Entstehung gemäss sitzen sie gewöhnlich je eins auf beiden Seiten der betreffenden Hauptrippe I. oder II. Ordnung (selten, wie in unserem Falle, auch noch III. Ordnung), am Grunde der sich von dieser abzweigenden Fiedern, deren seitliche Zweige sie sind (manchmal ist auch das eine oder das andere Fiederchen an dem Stiele seiner Mutterfieder etwas hinauf gerückt). Sie treten nach vorn aus der Blattfläche heraus wie die unteren Blättchen der Kreuzstellung. Im Gegensatze zu diesen stellen sie jedoch nicht ganze Fiedern dar, sondern nur kleine, bei dem fortschreitenden Theilungsprocess an den Stellen zurückgebliebene Laminarreste, die selbst in einem früheren Stadium der Blattentwickelung mit Laminarsäumen umgeben waren. Damit ist das gewöhnliche Verhalten auch anderer Umbelliferen skizzirt. Verfolgen wir bei L. alatum an der Mittelrippe des Gesammtblattes von oben herab die Ausbildung dieser kleinen Fiedern! An der obersten Stelle, wo sie überhaupt zu bemerken sind, treten sie als winzige, dünnlineale Spitzchen von annähernd gleicher Grösse auf. Es folgen am nächstunteren Blattknoten etwas grössere, mehr ovale, ganzrandige oder mit einem Einschnitt versehene Blättchen, beide noch ziemlich gleich gross. Dann beginnt sich oft eine ungleich starke Entwickelung der Fiederchen geltend zu machen, das eine übersteigt die Grösse des andern merklich: am untersten Knoten kann das erstere fiederspaltig und doppelt so lang sein als das letztere (Fig. 26). In manchen Fällen ist überhaupt nur ein Fiederchen vorhanden, das andere fehlt gänzlich. Ein solches isolirtes Fiederchen steht dann mitten vor der Hauptrippe zwischen den beiden ersten Fiedern, seine beiden Laminarhälften sind ziemlich symmetrisch, es tritt annähernd gerade nach vorn aus der Blattfläche heraus und kann eine ziemlich ansehnliche Grösse erreichen: bisweilen ist an ihm der erste Fiederungsgrad völlig durchgeführt (wenigstens in



Fig. 26. Ligusticum alatum. Zurückgebliebene Fiederchen am untersten Knoten eines grossen Blattes. (Nat. Gr.)

dem unteren Theile) und die Secundärblättchen sind ihrerseits ziemlich tief eingeschnitten.

Aehnliche zurückgebliebene Fiederchen treten auch an den Nebenrippen I. und sogar II. Ordnung auf, auch hier ist oft eine ähnliche Asymmetrie zu bemerken. Die Grösse der besprochenen Fiederchen schwankt übrigens zwischen beträchtlichen Grenzen: bei kleineren Blättern bilden sie ein kurzes, ovales Zipfelchen, bei grösseren zeigen sie, wie erwähnt, eine ziemlich bedeutende Grösse.

Bei vielen Umbelliferen treten am Stengel vorspringende Rippen, durch collenchymatische oder sklerenchymatische Gewebe gebildet, hervor. Nur in wenigen Fällen ist aber die Ausbildung dieser Rippen so stark, dass sie flügelartig den Stengel entlang laufen, so bei L. alatum: die obersten Internodien unter den Dolden sind von häutigen Rippen begleitet.

Thaspium. Die Aehnlichkeit der Blätter von Th. atropurpureum Nutt. und trifoliatum Gray mit Zizia cordata ist gross. Auf die einfachen, am Rande eng mit Kerbzähnen besetzten Grundblätter folgen auch hier dreizählige Folia.

Das viel mehr gefiederte Blatt des Th. actaeifolium Nutt. sowie das ähnliche des Trochiscanthes nodiflorus Koch stellt nur eine Complication desselben Typus dar.

Angelica und Archangelica. Arch. officinalis besitzt doppelt gefiederte Blätter. Die Blättchenpaare bilden, je weiter sie nach aussen liegen, um so stärker an ihrer Ursprungsrippe herablaufende Säume, die Endfieder ist mit dem ihr vorangehenden Fiederpaar — bisweilen sogar mit den beiden letzten Paaren — ziemlich weit verwachsen: beides sind zusammengehörige Erscheinungen und zeigen den morphologischen Entwickelungsgang dieser ziemlich reich verzweigten Blattgestalt.

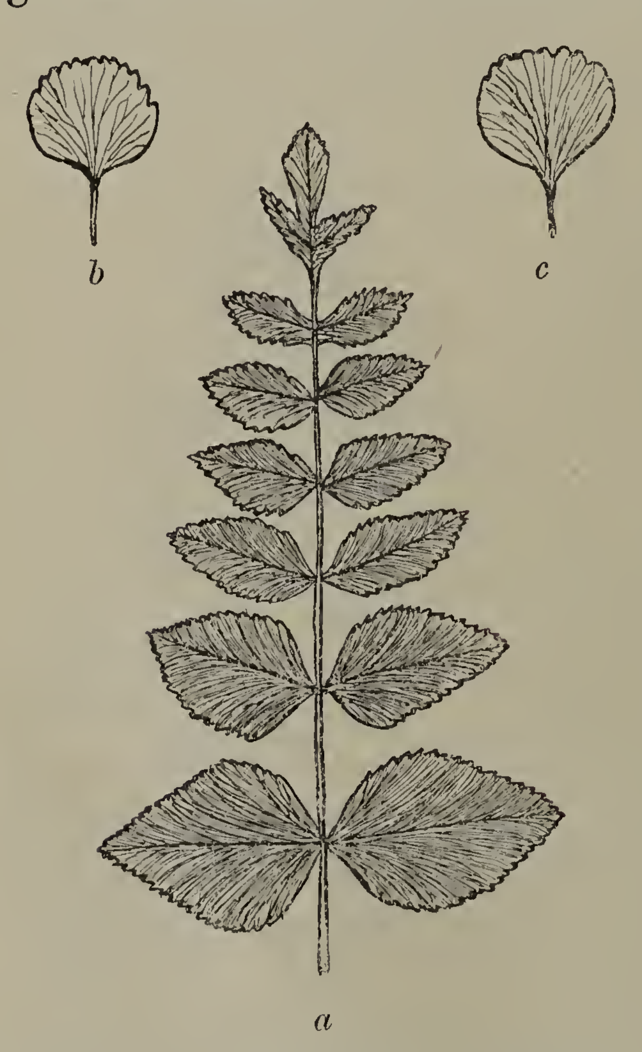


Fig. 27. *a* Ligusticum Gingidium. Grundblatt. (2/3 nat. Gr.) *b*, *c* Angelica geniculata. (Nat. Gr.)

Ein geradezu typisches Beispiel für das allmähliche Schwächerwerden der an den Blättchenstielen herablaufenden Säume, je früher die betreffenden Fiedern im Laufe der Ontogenese sich losgelöst haben, bietet Arch. dentata Chapm.. Die zahlreichen Arten von Ang. stimmen im Grossen und Ganzen mit Arch. überein. Neben meist doppelt bis dreifach gefiederten Formen ist als eine einfachere Gestalt die Ang. pinnata Wats. zu erwähnen. Der Speciesname besagt, sie sei einfach gefiedert, meist jedoch gibt das unterste Fiederpaar ein secundäres Paar ab, die höher stehenden Fiedern sind allerdings einfach.

Besonders müssen wir noch der Ang. geniculata Hook. gedenken (Fig. 27 *b*, *c*), die durch ihre einfachen, kreisrunden, oft sogar mehr breiten

als langen Blätter unsere Aufmerksamkeit erregt. In engere, morphologische Beziehung ist sie mit dem einfach gefiederten Blatt von Ligust. Gingidium (Fig. 27*a*) zu bringen. Bei beiden treffen wir die gleiche, an ein Farnblatt erinnernde Nervatur. Das einfache Folium unserer Ang. dürfte als morphologischer Ausgangspunkt des L. G.-Blattes anzusehen sein, zumal letzteres durch den Zusammenhang der oberen Fiedern seinen Entstehungsprocess anzeigt.

Noch einige Worte über das Blatt der Ang. silvestris L.. Auch bei ihr kommen, wie in so vielen, andern Fällen, „zurückgebliebene" Fiederchen an den Ursprungsstellen der untersten, ersten Verzweigungen vor. Wie bei Ligust. alatum, so bemerken wir auch hier einen auffallenden Grössenunterschied zwischen den einander opponirten, isolirt zurückgebliebenen Fiederchen, welche bei Ang. auf die unteren Blattknoten beschränkt sind; in den oberen Theilen hängen sie oft noch mit der Mutterfieder zusammen.

Ferula. Die überwiegende Mehrheit der F.-Arten hat Seselíblätter, bald mit haarfeinen, bald mit langlinealen Blättchen. Neben feinen, Meum atham.-ähnlichen Blättern (F. geniculata Guss.) fehlen auch Conium-Formen nicht: F. persica Willd.. Verbreitet sind ferner Silausgestalten: F. dissoluta Wats., multifida Gray. Endlich wird das Bild noch vervollständigt durch Typen, die sich an die mehrmals gefiederten Angelica-Blätter anreihen: F. hispida Friv..

Interessant ist die bei einer Reihe von Ferulaspecies, z. B. F. silvatica Bess., eintretende Verbreiterung der Zipfel an den oberen Blättern bei der Verschmelzung der Spreite mit der Scheide. Besonders die untersten Zipfel dieser Blätter sind mehr als doppelt so breit als die borstenförmig-feinen der an Meum atham. erinnernden, unteren Blattformen. Ausserdem zeigen sie eine ziemlich deutliche parallele Nervenrichtung. Mit der Verringerung der Zipfelzahl an den folgenden Blättern nimmt ihre Breite zu bis zu einem einheitlichen, lanzettlichen, annähernd parallel-nervigen Gebilde als Endglied der Reihe, das schon ziemlich früh unterhalb der Stengelmitte erreicht wird. Dies ist ein charakteristisches Beispiel für die Darstellung der morphologischen Entstehung mehr oder weniger parallelnerviger Umbelliferenblätter. Die völlige Verwischung der Grenze zwischen Lamina und Vagina ist ausser in der parallelen Nervatur noch darin zu erkennen, dass der häutige Rand der letzteren die Aussenseite der untersten Zipfel bei den in Rede stehenden oberen Blättern eine Strecke weit begleitet.[1])

---

1) Die Erscheinung der Verbreiterung der Blattzipfel beim Verschmelzen von Scheide und Spreite ist auch sonst im Pflanzenreich verbreitet. Eines der schönsten Beispiele, das zugleich unserer Ferula habituell etwas ähnelt, bildet die Crucifere Lepidium perfoliatum, deren untere Blätter tief und fein mehrfach fiederspaltig sind, während die mittleren Stengelblätter eine bedeutende Verbreiterung der unteren Zipfel zeigen, welche mehr und mehr mit der ursprünglich kleinen, jetzt sich vergrössernden Scheide verschmelzen. Das Blatt wird dann bald ganz zu einer einheitlichen, stengelumfassenden, völlig ganzrandigen Fläche, die in den oberen Theilen von annähernd gleicher Form bleibt. Die oberen Folia haben der Pflanze den bezeichnenden Artnamen verschafft, sie erinnern in der Form etwas an die durchwachsenen Bupleúra, wenngleich sie selbst allerdings nicht bis zur Durchwachsung vorgeschritten sind. Sowohl bei unserer Ferula wie bei Lep. perf. sind die untersten Blätter an denjenigen Zweigen, die aus den Achseln der beschriebenen einfachen Folia entspringen, ähnlich den Grundblättern vielfach fein zerschnitten.

Das Breiterwerden der unteren Zipfel tritt ähnlich wie bei F. silvatica, wenn schon nicht so auffällig, auch an den oberen Blättern der F. communis auf (Fig. 28).

Bei F. communis ist das Verhalten der am Grunde der unteren Hauptblattäste befindlichen secundären, tertiären u. s. w. Fiedern der unteren und mittleren Folia zu beachten. Dieselben haben oft eine bedeutende Grösse. Von den secundären, zurückgebliebenen Fiedern gliedern sich an der Seite, welche der Mittelrippe des Blattes zugekehrt ist, am Grunde kleinere tertiäre, ja, von diesen wiederum ebenso quartäre ab. (Eine gleiche, wenn auch absteigend schwächere Abzweigung solcher Fiedern findet auch an den unteren Knoten der Nebenrippen I. und II. Ordnung statt.) Durch ungleichmässige Abgliederung auf den beiden Blatthälften wird bewirkt, dass manchmal das innerste derartige Fiederchen direct vor die Mittelrippe tritt, so dass es oft kaum möglich ist, zu sagen, welcher Seite es angehört (vergl. hierzu die ähnlichen Verhältnisse bei Ligust. alatum).



Fig. 28. Ferula communis. Obere Blätter. (Nat. Gr.)

Noch stärker als bei Ferula sind diese Fiedern bisweilen bei Peucedanum officinale entwickelt: Die Blätter dieser Pflanze, mehrfach gefiedert und in haarförmige, lange Zipfel aufgelöst, zeigen manchmal eine Fingerstellung der Verzweigungen von primären und secundären Blattästen zu fünf oder sieben. Dieselbe klingt deutlich an die Verzweigungsart vieler gefingert-gefiederter Blätter aus der den Umbelliferen verwandten Familie der Araliaceen an. Diese tertiären, quartären u. s. w. Abgliederungen können zu einer derartigen Grösse gelangen, dass sie innerhalb gefiederter Blätter an diesem oder jenem Punkte Fingerstellung bewirken. Ihre Grösse und Gliederungsstärke nimmt allerdings auch in diesem Falle, entsprechend dem höheren Grade der Ordnung, welcher sie angehören, merklich ab.

Peucedanum und Archemora. Aehnlich wie der grösste Theil der Ferula-Species besitzt auch die Mehrzahl der artenreichen Gattung Peucedanum Seseli-Blätter. Zahlreiche andere Typen, die ebenfalls oft genannt worden sind, kehren in bunter Mannigfaltigkeit wieder. Die Blattscheiden sind bei P. Schottii Bess. auffallend lang, grasblattartig und treten an den oberen Theilen sehr vor den viel kleineren Blattzipfeln hervor.

Eigenthümliche Formen beherbergt das Capland. So bildet z. B. P. pungens E. M. (Fig. 29 *a*) gewissermaassen das Gerippe der reicher zertheilten Gestalten. Das doppelt gefiederte Blatt weist nur die Hauptrippen auf, dieselben sind dick, rund binsenförmig, in scharfe Spitzen auslaufend: ein Analogon zu Echinophora spin. und Pycnocycla spin.. Im Gegensatz zu dieser Species besitzt P. capense Sond. (Fig. 29 *b*) breitlanzettliche, ganzrandige, lederige Blättchen. Beide stehen als Vertreter der Capflora isolirt da gegenüber der Menge von krautigen Peucedanumblättern. Reductionsformen wie P. pungens kommen, obgleich noch mehr dem gewöhnlichen Typus entsprechend, auch sonst innerhalb dieser Gattung vor: P. petiolare, P. cupulare.

Unter den P.-Arten mit linealen Blättchen ist die Zahl und Theilung der letzteren oft bedeutenden Schwankungen unterworfen. Als

Beispiel diene P. carvifolium Vill., dessen Blättchen zum Theil eine lappige Zerlegung in Secundärblättchen zur Schau tragen, an anderen Stengeln derselben Art sind die Folia dagegen in gleicher Höhe bloss einfach gefiedert. Kräftige Exemplare des P. coriaceum Rchb. sind in der gewöhnlichen Weise dreifach gefiedert, während kümmerliche Formen nur einfach unpaar gefiederte Blätter mit zwei Paar Seitenblättchen produziren. Diese letztgenannten Gestalten, die mit den einfach gefiederten des P. carvifolium übereinstimmen, finden sich im wohlausgebildeten Zustande bei Archemora rigida DC.[1]) wieder. Sie erinnern uns an die einfach gefiederten Blätter der Heteromorpha. Noch in einer andern Richtung bietet P. coriaceum Anknüpfungspunkte. Es kommt bei wohlausgebildeten Blättern häufig vor, dass statt des Endblättchens und des mit ihm an derselben Stelle entspringenden, letzten Blättchenpaares nur zwei oft kaum in Länge und Breite ver-



Fig. 29*a* Peucedanum pungens. Fig. 29*b* P. capense. (Beide $^1/_2$ nat. Gr.)

Fig. 30. Archemora ternata. ($^2/_3$ nat. Gr.)

schiedene Blättchen auftreten. Die Untersuchung lehrt, dass hier auf der einen Seite die Abtrennung des Blättchens unterblieben ist. Nicht selten wird durch gleichmässige Ausbildung und durch Abweichung des eigentlichen Mittelblättchens aus der Mittellinie des betreffenden Blatttheiles bei den beiden, scheinbar gleichwerthigen Endblättchen das Aussehen einer Dichotomie hervorgerufen. Oft steht auch einem einfachen Fiederblättchen in der paarigen Stellung eine

1) Diese Pflanze variirt in der Ausbildung des Blättchenrandes: statt der in dieser Gruppe die Regel bildenden Ganzrandigkeit treten bei ihr bisweilen ausgebissene, seichte Kerbzähne auf.

solche scheinbar dichotome Gestalt gegenüber oder zwei derselben vertreten ein Blättchenpaar. Solche Formen kommen auch an Stelle von einfach dreizähligen Blättern vor: Archemora ternata Nutt. (Fig. 30). Die lang gestielten, schmalen Blättchen dieser zweizinkigen Gabeln können bisweilen, wenn dreizählige Blätter fehlen, noch viel leichter als bei P. coriaceum die falsche Meinung einer dichotomen Verzweigung erwecken. Ein weiterer an den beiden, beschriebenen A.-Species zu bemerkender Unterschied bildet eine Parallele zu Verhältnissen bei Bupleurum: während A. rigida in Nervatur und Fiederung mit Heteromorpha und damit zugleich wenigstens in der Nervatur auch mit Bupl. fruticosum übereinstimmt, zeigen die Blättchen der A. ternata die Grasblattform und -nervatur, die bei der Mehrzahl der Bupl.-Species auftritt und zusammen mit der einfachen Blattgestalt zu dem irrigen Glauben Veranlassung gegeben hat, man habe es dort mit Phyllodien zu thun.

Imperatoria. I. Ostruthium L. stellt sich mit ihren Blättern zwischen Cryptotaenia und Archangelica. Die untersten Blätter sind dreizählig wie bei Crypt., nur bedeutend breiter, manchmal ist sogar das eine Seitenblättchen mit dem mittleren noch zum Theil verbunden. An den höheren Blättern sind die drei Theilblättchen gestielt und zeigen ihrerseits wieder dieselben lappigen Einschnitte oder Theilblättchen wie das einheitliche Primärblatt. Bisweilen deuten auch noch die bekannten, am Stiel herablaufenden Mesophyllsäume auf die morphologische Vergangenheit der jüngsten Theilblättchen hin. Die zweimalige Dreitheilung überschreitet I. Ostr. nur durch stärker oder schwächer in den Rand einschneidende Lappen. Tiefer gelappt sind die Blättchen der I. angustifolia Bell., zugleich sind sie bedeutend schmäler als die von I. Ostr.; die so auf einen engeren Raum beschränkten Nerven erscheinen eigenthümlich zusammengedrängt. Der Vergleich zwischen den beiden Imperatorien zeigt, dass die Winkelabstände der Nerven durchaus nicht immer bei stärker getheilten Blättern dieselbe Grösse besitzen und somit keineswegs ein constanter Factor sind, nach dem ein solches Blatt wie nach einem Urschema construirt werden könnte. In den meisten Fällen ist ja allerdings bei den fingernervigen und den aus ihnen abzuleitenden, zusammengesetzten Blatttypen die Nervenrichtung eine gleichartige.

Während bei diesen beiden Species die Ausdehnung des Blattes in Länge und Breite ungefähr die gleiche ist, bleiben bei andern Arten die seitlichen Blättchen in der Theilung zurück, die Gliederung des Blattes erfolgt besonders nur in der Länge, es entstehen die unpaar gefiederten Blätter der I. caucasica Spr. und I. hispanica Boiss..

Pastinaca. Aehnlich den letztgenannten Imp.-Arten ist auch das Blatt der meisten P.-Species einfach unpaar gefiedert. Die Einzelblättchen sind mehr oder minder tief lappig. Bei P. intermedia F. et M. und P. pimpinellifolia M. B. greifen die Lappen besonders tief ein, das Extrem bildet P. Fleischmanni Hldn. mit doppelt gefiederten Blättern. Durch von den Fiederchen II. Grades herablaufende Säume wird jedoch der enge Zusammenhang dieser Form mit den übrigen angedeutet.

Heracleum. Die Blätter des ersten Jahres, z. B. bei H. villosum Fisch. und H. alpinum L., stehen ihrer Form nach etwa zwischen der einfachen Hydr. asiatica und der San. europaea. Die Möglichkeit der Inclination nach der gleichmässig allseitigen Ausbreitung einerseits, vornehmlich nach der Längsrichtung andrerseits ist, wie wir sahen, in einer solchen Gestalt eine gleich grosse. Es ist nun bemerkenswerth, dass bei verschiedenen H.-Arten die Entwickelung in einem mittleren Sinne erfolgt. Gerade bei H. villosum herrscht bald etwas mehr die Entwickelung in der Längsrichtung vor, bald bleibt der Fingertypus ganz erhalten. Meist überwiegt allerdings die Erstere und es entstehen dann pastinacaähnliche Blätter: H. siifolium und H. Pastinaca. Bei zahlreichen Arten sind die Hauptlappen durch breite, flügelartige Säume verbunden: die Formentwickelung auf einer ähnlichen Stufe wie bei San. bipinnatifida.

Opoponax. O. Chironium und glabrum tragen eine überraschende Aehnlichkeit mit den bei Zizia und Thaspium erwähnten Blattformen zur Schau. Auch hier bleibt oft die eine Seite des einfachen Grundblattes in der Abgliederung hinter der andern zurück. In allmählicher Folge werden doppelt gefiederte, allseitig ausgebreitete Blätter erreicht. Die bei dem grossen, reich gegliederten Blatte des O. orientale Boiss. von den Blättchen an den Rippen herablaufenden Säume erinnern uns an Heracleum.

Bei Tordylium treten besonders Pastinakformen auf. Auch einfache Blätter in der Form des Eryng. dichotomum finden sich an Zwergen von T. officinale oft ganz allein, an grösseren Exemplaren werden sie jedoch durch einfach gefiederte ersetzt. Der Rand der Blättchen ist bei den einzelnen Arten sehr verschieden tief eingeschnitten, gering bei T. officinale und apulum Riv., stärker bei T. lanatum Boiss., noch mehr bei T. aegyptiacum Lam.. Die letztere Art steht nicht mehr weit ab vom Seselitypus. An den oberen Blättern des T. maximum L. macht sich eine auffallende Verlängerung der Blättchen geltend, zugleich sind dieselben gleichmässig gross gekerbt. Eine ähnliche Verlängerung der Blättchen, die aber an sämmtlichen Laubblättern auftrat, haben wir bei Falcaria bemerkt, auch dort war der Rand gleichmässig eingeschnitten, wenn auch mit bedeutend kleineren und schärferen Zähnen. Ueberhaupt tritt an stark in die Länge gestreckten, verhältnissmässig schmalen Blättern oder Blättchen seltener ein ungleich lappiger Rand auf, meist sind die Einschnitte unter sich gleich; bei den verwandten, mehr breitblättrigen Arten pflegt dagegen der ungleich lappige Rand nicht zu fehlen.

Turgenia. Die Caucalineen stehen hinter sämmtlichen übrigen Tribus unserer Familie in der Mannigfaltigkeit der Blattgestalten bedeutend zurück, die Formengrenze bildet bei ihnen auf der einen Seite das einfach gefiederte Blatt der Exoacantha, auf der anderen das nach Art von Meum athamanticum fein zertheilte, dem Typus von Carum Carvi angehörige Folium der Artedia.

Beginnen wir mit einer ziemlich einfachen Form, der Turg. latifolia. Die oberen Blättchenpaare des einfach gefiederten Blattes laufen

in Gestalt von sich verschmälernden Säumen an der Mittelrippe herab, die Blättchen selbst sind lang und gleichmässig tief sägelappig, doch sind sie selten so tief eingeschnitten, dass sie die Bezeichnung „fiederspaltig“ verdienen.[1]) Durch die Form der Blättchen und ihrer Einschnitte werden wir an die oberen Blattformen des Tordylium maximum erinnert.

Die verhältnissmässig einfach gegliederten Blätter der T. bieten eine Handhabe, die Entstehung der an den Ursprungsstellen der Fiedern auftretenden, bei manchen Umbelliferen kreuzweise gestellten kleinen Blättchen zu studiren: Von den oberen Blättchenpaaren laufen flügelartige Säume an der Mittelrippe herab. Nach unten zu nimmt diese Saumbildung schnell ab: die untersten Fiederpaare sind einfach sitzend; zugleich aber isolirt sich der unterste Abschnitt an der äusseren Seite mehr und mehr von seinem Mutterblättchen, er bekommt selbst wie dieses lappige Einschnitte, zuletzt entspringt er an dem Mutterblättchen dicht über dessen Anheftungsstelle an der Hauptrippe. Dies ist die erste Anlage der Kreuzblättchen auf der einen Seite der Fiedern, bei anderen Umbelliferen pflegt die obere Seite ein ähnliches Blättchen zu bilden. Besonders merkwürdig sind die kleinen, linealen Blättchen, die an der Mittelrippe der dreifach und mehr gefiederten Blätter einiger Peucedanum-Arten völlig isolirt sich finden; ihre Entstehung ist die gleiche wie die eben bei Turg. beschriebene, sie sind die letzten, zurückgebliebenen Zeugen einer ursprünglich im Verlaufe der Ontogenese überschrittenen, einfacheren Blattform.

Torilis. Bei T. Anthriscus tritt an die Stelle der einfachen Fiederung der Turgenia die doppelte. Die reichere Zertheilung bei Tor. spricht sich ferner in der grösseren Tiefe der Einschnitte und der abermals an den Lappen auftretenden Zähnchen aus. Während die unteren Blätter sich noch gleichmässig in Länge und Breite ausdehnen, ziehen sich die höher stehenden in eine lange Spitze aus; eine ähnliche Erscheinung trafen wir schwach angedeutet bei Turg., noch stärker als bei Tor. Anthriscus entwickelt bei Tordylium max.. Die obersten Blätter der T. heterophylla zeigen recht instructiv die Reduction des letzten Fiederpaares, während die Mittelfieder als langes, schmal zungenförmiges, oft fast völlig ganzrandiges Gebilde übrig bleibt. Eine ähnliche Reduction tritt auch bei dem formverwandten Tordylium auf. Die in der Stärke der Gliederung ziemlich variabeln Blätter von T. nodosa sind bedeutend schärfer zerschnitten als die des T. Anthriscus, auch die höchst erreichte Stufe der Zertheilung geht über die des letzteren hinaus: T. nodosa bildet den Uebergang zu dem grossen und eintönigen Formencomplex Caucalis, Daucus, Orlaya.

Caucalis, Trepocarpus und Cuminum. Mit Cauc. leptophylla knüpfen wir direct bei Tor. nodosa an, C. tenella Del. ist durch eine feinere Gliederung ausgezeichnet; überhaupt sind die Blattunterschiede der Cauc.-Arten hauptsächlich nur diesem einen Factor zuzuschreiben. Ausserdem lässt sich aber noch ein anderer Punkt anführen, in dem zwischen den verschiedenen Species Differenzen bestehen: die Blätter der C. daucoides sind gleichmässig in die Länge

---

1) An besonders kräftigen Exemplaren zeigen die primären Einschnitte kleine, secundäre Kerben von gleicher Gestalt wie sie selbst, ein Beleg für die auch in diesem einfachen Blatte schlummernde Fähigkeit zu der bei den Verwandten ausgebildeten, reicheren Gliederung.

und Breite ausgedehnt, C. melanantha B. et H. zeigt bei sonstiger Aehnlichkeit der Gliederung eine vorwiegende Längserstreckung des Blattes, C. leptophylla kann als Mittelglied gelten.

Trep. Aethusae Nutt. erinnert in seinen unteren Blättern an Cauc. daucoides, die mittleren mit länger linealen Zipfeln lassen sich mit Aethusa vergleichen; an den höheren nimmt die Länge der Zipfel stetig zu und zugleich die Verzweigung ab. Bei Cuminum finden wir die Fortsetzung: lang ausgezogene, lineale Zipfel bei wenig reicher Gliederung des ganzen Blattes.

Daucus, Orlaya und Artedia. Bei grosser Mannigfaltigkeit in Einzelheiten ist Daucus im Habitus und in der ganzen Organisation doch sehr gleichförmig. Diese Eigenschaft prägt sich auch in den Blättern aus, die sich meistens eng an die Formen von Caucalis anschliessen. In der Grösse und der Stärke der Gliederung sind viele Verschiedenheiten zu bemerken, dieselben treten sogar innerhalb derselben Species auf wie bei dem variabeln D. Carota L.. Manche zwergige Arten, wie D. setulosus Guss., besitzen nur wenige, tief fiederspaltige Fiedern. Die Mehrzahl aber stimmt mit kräftigen Exemplaren des D. Carota überein. Einzelne Abweichungen in der Gestalt beruhen hauptsächlich auf der grösseren oder geringeren Breite der Blättchen und ihrer Zipfel; so sind die Blättchen des D. hispanicus DC. breit mit wenig tiefen Einschnitten, die des D. crinitus Desf. im Gegensatz dazu sehr fein haarförmig gespalten.

Art. squamata L. hat Blätter, die ähnlich dem D. crinitus in Haarzipfel aufgelöst sind. Durch die kreuzweis gestellten Fiederchen am Grunde der Hauptverzweigungen des Blattes und die Zertheilung wird die enge, morphologische Beziehung zu Carum- und Meum-Blättern dargelegt. Orlaya schliesst sich eng an Daucus an.

Die Blätter der Hülle und des Hüllchens haben bei D. und Art. eine so eigenthümliche Gestalt, dass wir ihre Schilderung hier nicht umgehen können. Bei D. Carota sind die Involucralia einfach gefiedert mit schmal linealen, ganzrandigen Blättchen, die, meist zu 2—3 Paar ausser der Endfieder, mit einander durch schmale Säume verbunden sind. Die Blätter des Hüllchens verhalten sich ähnlich, sie sind aber meist nur dreizählig oder einfach lineal wie bei den meisten Umbelliferen. Bei Art. liegen ähnliche Verhältnisse vor wie bei D., nur sind bemerkenswertherweise hier die Blätter des Hüllchens, die nur an der Aussenseite des Döldchens zur Entwickelung kommen, stärker gegliedert als die Folia der Hülle, welche meistens einfach oder höchstens dreizählig sind[1]).

Als Verbindungsglied dieser Formen mit dem Typus der völlig aus der übrig bleibenden Scheide gebildeten Involucralia ist Orl. maritima zu nennen. Bei dieser sind die Blätter der Hülle und des Hüllchens bald mit drei oder mehr Abschnitten versehen, bald ganz einfach. Zwischen den verschiedenen Formen kommen zahlreiche Uebergänge vor. Selbst an den Hüllblättern der O. grandiflora, deren stark entwickelter scheidiger Grund meist gekrönt wird von einer kaum bemerkbaren, haardünnen und kurzen Spreite, treten selten und vereinzelt breitere Blättchen auf, bisweilen mit einer Seitenfieder versehen. In einem einzelnen Falle sah ich

---

1) Ein Analogon zu dieser stärkeren Entwickelung des Hüllchen im Vergleich zur Hülle dürfte das gänzliche Fehlen der letzteren bei zahlreichen Umbelliferen sein, während das Hüllchen vorhanden ist. Ueberhaupt treten, wie bekannt, gerade in diesen Organen vielfach Unterschiede bei nahe verwandten Arten auf.

sogar ein laubblattartiges Gebilde, dessen unteres Fiederpaar je einen seitlichen Lappen besass, in einer Hülle neben Scheidenblättern auftreten.

Wichtiger als die in unsere Betrachtung nur nebensächlich hineingehörenden Blätter des Involucrums und Involucellums ist für uns eine Blattform der O. grandiflora, die bisweilen an den oberen Stengeltheilen statt der gewöhnlichen, mehrfach gefiederten auftritt (Fig. 31). Die Spreite besteht bei dieser eigenthümlichen Gestalt aus einem oder wenigen lang linealen Blättchen, die entweder direct der Scheide aufsitzen oder durch einen kurzen Stiel von ihr getrennt sind. Die complicirtesten Formen, die ich von diesen Blättern habe beobachten können, sind einfach gefiederte mit zwei Blättchenpaaren, von denen das eine oder das andere noch einen linealen, seitlichen Lappen besitzen kann: Formen, wie sie bei gewissen Peucedanum-Species neben reicher getheilten vorkommen (P. carvifolium). Oft sind jedoch die Gestalten bedeutend einfacher; so sah ich ein Blatt mit nur einem Seitenblättchen, andere besitzen sogar nur ein einziges, lineales Blättchen, das direct der Scheide aufsitzt. Es sind also ähnliche Formen wie bei Cynosciadium, nur sind hier die Blättchen nicht parallel-, sondern fiedernervig. Besonders hervorzuheben ist noch, dass diese merkwürdigen Bildungen bei Orlaya in der Mitte des Stengels oder etwas oberhalb auftreten und dass sich nicht selten die gewöhnlichen, mehrfach gefiederten Caucalisformen noch wieder über ihnen einstellen. An einem Exemplar sind meist nur ein oder zwei solche eigenthümliche Blätter zu bemerken, die übrigen gehören dem Caucalistypus an. (Ich erinnere übrigens an die ähnlichen Erscheinungen bei Ferula silvatica und communis sowie bei Lepidium perfoliatum.)



Fig. 31. Orlaya grandiflora. Selten auftretende einfache Blattformen in den oberen Stengelregionen. (Nat. Gr.)

C o r i a n d r u m und B i f o r a. Wie in zahlreichen, früher erwähnten Beispielen, so geht auch bei Cor. die Entwickelung der Blattformen von einfachen, rundlichen, kaum gelappten Gestalten aus. Die Spreite des ersten Laubblattes ist am Grunde stumpf keilförmig oder gerade, der Rand ist schwach dreilappig mit noch geringeren secundären und tertiären Einschnitten. Das folgende Blatt nähert sich dem Sanikeltypus: herzförmiger Blattgrund, jederseits ein tiefer Einschnitt I. Grades, stufenweise abnehmende Tiefe der Lappen II. und III. Grades. Das dritte Blatt zeigt eine deutliche, stärkere Vergrösserung in der Längsrichtung, es treten quartäre Einschnitte auf. Nur die primären Ein-

schnitte greifen tiefer in die Blattfläche ein als beim zweiten Blatte; beim vierten Blatte sind sie annähernd so tief, dass man von drei selbständigen Blättchen sprechen kann. Die Verlängerung des ganzen Blattes ist hier eine entsprechend grössere geworden, der Stiel des mittleren Blättchens ist noch von einem deutlichen, ganzrandigen Flügelsaume begleitet, der dasselbe mit seinen Schwesterblättchen verbindet. Die primären Einschnitte des Mittelblättchens (secundäre Einschnitte des Gesammtblattes) greifen bereits tiefer ein als die primären Einschnitte der Seitenblättchen. Das folgende Folium zeigt die völlige Abtrennung des untersten Blättchenpaares, das Mittelblättchen ist auf demselben Theilungsstadium angelangt, auf dem das Gesammtblatt bei Nr. 3 war. Die Zahl der auf diese Weise im weiteren Verlaufe der Blattentwickelung abgegliederten Blättchenpaare bleibt eine beschränkte, bei C. sativum L. meist nur 2—3, bei Bif. radians M. B. können es etwas mehr sein. Während bei C. tordylioides Boiss. die Gestalt der Blättchen am Stengel von unten bis oben ziemlich gleich bleibt, tritt dagegen an den Stengelblättern von C. sativum und Bifora eine feinere Zertheilung der Blättchen ein, ähnlich wie bei Cuminum und Trepocarpus. Die zugleich damit bei diesen oberen Blättern einsetzende Umrissverbreiterung des Gesammtblattes bewirkt auch die Aehnlichkeit derselben mit den Blattformen einiger Caucalisarten.

Exoacantha. In E. heterophylla Labill. lernen wir eine eigenthümliche Wüstenpflanze kennen, die in mehrfacher Hinsicht an Echinophora, Pycnocycla und Eryngium erinnert. Die unteren Blätter sind einfach unpaar gefiedert, wie Pycnocycla mit wenigen Fiederpaaren. Sie kommen ziemlich überein mit den Grundblättern von Coriandrum. Die Blättchen verlängern sich an den oberen Foliis ausserordentlich, ihre seitlichen Zipfel verschwinden. So entstehen Formen, welche sich mit den bei Orl. grandiflora (s. pag. 284) ausnahmsweise auftretenden einfach gefiederten Blättern sehr gut vergleichen lassen. Die Stengelblätter haben eine feine Spitze, zeigen aber noch krautigen Charakter. Anders die Folia der Hülle und des Hüllchens, welche wie die Zipfel der Echinophora spinosa-Blätter ein dickes, starres, lineales Gebilde darstellen.

Laserpitium und Verw.. Dem feinen Meumblatte der Artedia sind die bedeutend grösseren des Elaeoselinum meoides Koch und der Thapsia Asclepium L. ähnlich. Weniger tief eingeschnitten, im Uebrigen den Vorigen gleichend, sind die Blätter der Margotia laserpitioides Boiss.. Zwischen beiden hält das reich geteilte L. hirsutum Lam. etwa die Mitte. Letzteres hat besonders kleine Foliola, die meisten Genusgenossen aber besitzen weniger stark getheilte Blätter mit bedeutend grösseren Einzelblättchen. Charakteristisch ist für L. asperum Cr. ein einfaches, am Rande mit gleichgrossen Kerbzähnen versehenes Blättchen, also ähnlich wie Thaspium und Eryng. alpinum. Neben dieses tritt das gefingert-lappige des L. aquilegifolium Murr.[1]) (Sanikeltypus).

1) An dieses Blatt schliesst sich aufs engste Siler trilobum an, das in seiner engeren Verwandtschaft nicht so gute Anknüpfungspunkte für die Blattform be-

L. Archangelica Rchb. und Melanoselinum decipiens Hoffm. zeigen in gleicher Weise wie Thaspium, Angelica und Archangelica die weiteren Abgliederungsprocesse auf verschiedenen Stufen. Bisweilen ist auch die Entstehung unterer Kreuzblättchen wie bei Turgenia zu bemerken. In den meist noch an der betr. Hauptrippe herablaufenden Blättchenbasen ist auf die eigenthümliche Nervenvertheilung hinzuweisen, die zwischen paralleler und fiederiger Stellung die Mitte hält. Je mehr sich der Blättchengrund keilförmig zuspitzt, um so näher rücken die Nerven zusammen und an den Ursprung der Hauptrippe des Blättchens heran.

Verfolgen wir die weitere Stufenfolge der Blättchentheilung! L. hispidum Bieb. mit einem besonders reich gegliederten Folium lässt die bei den bisher erwähnten Arten nicht sehr grossen, ungleichen Randzähne der Blättchen tiefer in die Lamina eingreifen, so dass fiederspaltige Blättchen resultiren: Coniumtypus. L. prutenicum L. besitzt tief fiederspaltige Blättchen mit linealen, ganzrandigen Zipfeln: Silaus und manche Peucedanumformen. Am Ende der Reihe treten Arten mit breit linealen, ganzrandigen Zipfeln auf, welch letztere sich zu Blättchen isolirt haben, theilweise, aber immerhin seltener, auch wohl noch durch schmale Säume an ihrer Ursprungsspindel herablaufen: L. peucedanoides und Siler. Die Breite der Blättchen ist bei L. Siler grossen Schwankungen unterworfen: die einen Exemplare besitzen lineale, andere dagegen breit elliptisch-lanzettliche, etwa wie Paeonia offic.. Bedeutend kleinere und breitere, ganzrandige Blättchen hat L. siculum Spr.. Durch Nervatur und Form erinnert es an einzelne, einfach gefiederte Blätter der Heteromorpha. Auch bei L. asperum kommen einfache, ganzrandige Blättchen manchmal in den oberen Theilen des Stengels vor und zwar in der Dreizahl auf einer ansehnlichen Scheide sitzend. Die Mittelrippe der beiden Seitenblättchen verläuft auf der Aussenseite ein Stück weit ohne begleitende Spreite, also nach Art eines Stieles, während sie auf der correspondirenden Innenseite von Anfang an von der sich allmählich verbreiternden Lamina umsäumt ist. Wie bei den sich oft nur auf einer Seite abgliedernden Blättchen der Zizia cordata u. a., so ist auch hier an der Aussenseite die büschelförmige Ausbreitung der Nerven von dem Ursprungsorte der Laminarverbreiterung aus zu bemerken, während die Stränge innen in bestimmten Abständen von einander die Mittelrippe verlassen. Wir erkennen aus der Thatsache, dass die Stiele der Seitenblättchen auf der Innenseite wie der des Mittelblättchens beiderseits von Laminarsäumen begleitet sind, einen Hinweis auf die bei noch höher stehenden Blättern erfolgende Verschmelzung der Blättchen.

---

sitzt wie hier. Die Primärblätter von Siler erinnern durch ihre einfache tief gelappte Form an Sanicula. Gerade diese Gestalt ist bei den ersten Blättern einer grossen Zahl von Umbelliferen besonders oft anzutreffen.

Vergleichung der Blattformen beider Familien.

Unsere Ausführungen sind im speciellen Theile desshalb so sehr auf die Einzelheiten eingegangen, um zu zeigen, dass trotz der augenfälligen Verschiedenheiten der Blattgestalten unter einander doch andererseits innerhalb der beiden Familien, jede für sich betrachtet, eine gewisse Einheitlichkeit der Formen nicht zu verkennen ist. Nachdem dieser Nachweis gelungen, treten an uns bei der Gegenüberstellung der beiden Pflanzenabtheilungen andere Aufgaben heran, vornehmlich die, ob sich in beiden einander entsprechende Typen finden lassen, sodann, als Ergänzung dazu, die Darstellung von Formen, die, der einen Familie eigenthümlich, in der andern kein Gegenstück haben. Als ein weiterer Gesichtspunkt ist die Frage nach der Häufigkeit der betr. Typen und ihrer Vertheilung in den natürlichen Gruppen beider Familien zu nennen. Nicht zu unterschätzen wird endlich der Hinweis auf solche Formen sein, die beiden Familien fehlen und die uns desshalb auf die Grenzen, in denen sich unser gesammter Vergleich bewegt hat, aufmerksam machen.

Wie bereits ein flüchtiger Rückblick lehrt, ist in der That eine weitgehende Uebereinstimmung zwischen den beiderseitigen Formen vorhanden. Nehmen wir zunächst die einfachen, ungetheilten, fingernervigen Gestalten vor, um welche sich in unseren Specialbetrachtungen die übrigen Formen nach den verschiedensten Seiten hin gruppirten. Unter den Ranunculaceen sind die bekanntesten Beispiele Ficaria, Caltha palustris, R. cassubicus, von Umbelliferen ist eine grosse Anzahl aus verschiedenen Gruppen zu nennen: Hydr. asiatica, Eryng. thorifolium, alpinum u. a., Spananthe, Pozoa coriacea, Pimpinella rotundifolia, die Primärblätter zahlreicher Umbelliferen.

Wie erinnerlich, machten wir bei Caltha palustris auf die grosse Variabilität in der Ausbildung des Blattrandes an dieser einen Species aufmerksam. Tiefe und scharfe Kerbzähne der einen Form waren bei einer andern durch plattgedrückte, kaum bemerkbare Kerben vertreten. Wir erkannten aus diesen Schwankungen innerhalb derselben Art die geringe Bedeutung der verschiedenartigen Ausgestaltung eines mit gleich grossen Kerbzähnen versehenen Blattrandes für unsere Betrachtung. Unter den soeben genannten Formen sind in beiden Familien parallel die gleichen Erscheinungen wie bei Caltha palustris im Variationsbereich der einen Art. Der Ficaria ranunculoides mit platten und seichten Kerben entsprechen Hydr. repanda, asiatica und Eryng. dichotomum. Die Mehrzahl besitzt dagegen scharf gesägte Ränder, es möge genügen, hier dem Ran. cassubicus Eryng. alpinum und Pimpinella Candolleana als in dieser Hinsicht einander ähnlich gegenüber zu stellen. Bei den Ranunceln und den Doldenträgern können an Stelle von tief herzförmigen, einfachen Blättern bei einzelnen Arten peltate auftreten. Auf diese letzteren werden wir noch ausführlicher zurückkommen.

Weiter trifft unser Blick die einfachen Blätter mit vorherrschender Längserstreckung. Interessant ist der Umstand, dass beide Familien an verschiedenen Stellen Typen mit parallelnervigen Grasblättern

besitzen, so von Ranunculaceen eine Abtheilung des Genus Ranunculus selbst, z. B. R. gramineus, ferner Myosurus und Delphinium junceum in seinen oberen Theilen. Die Umbelliferen sind durch einen Theil der Genera Bupleurum und Eryng., einige Oenanthe- und Siebera-Species, die Blättchen von Cynosciadium pinnatum und Archemora ternata vertreten. Die Widerlegung der irrthümlichen Meinung, welche in den parallel-nervigen Blättern Phyllodien sah, vergl. im spec. Theil (p. 253, 254, 270). Beide Familien boten uns in je einer artenreichen Gattung: Ranunculus und Hydrocotyle die Möglichkeit, graduell den Uebergang des herzförmigen Spreitengrundes in den spitz-keilförmigen zu verfolgen. Hand in Hand damit sahen wir sich die Veränderungen in den Winkelabständen der Hauptnerven vollziehen.

Nunmehr zu den Blattformen mit tiefer eingeschnittenem Rande! Gerade die den zuerst besprochenen, einfachen Formen noch am nächsten stehenden, fingerlappigen haben in beiden Familien eine grosse Zahl von Vertretern aufzuweisen, theilweise mit derartig einander gleichenden Umrissen, dass eine Verwechslung bisweilen leicht möglich ist. Man vergleiche Hydr. natans und ranunculoides mit Batrachium-Schwimmblättern oder mit R. alpestris! Der tiefer fingerspaltige bis gefingerte Sanicula-Typus ist ebenfalls bei den Ranunculaceen sehr verbreitet: R. acer, aconitifolius, Anemone narcissiflora, Pulsatilla patens, Trollius, Delphinium und Aconitum. Ausserdem treffen wir die gleichen Gestalten bei den Primärblättern von Pflanzen, deren spätere Blattformen reicher getheilt sind, besonders bei den Umbelliferen haben wir verschiedentlich auf derartige Verhältnisse hingewiesen, die natürlich bei den Ranunculaceen ähnlich auftreten: die einfachen, tief gelappten Anfangsblätter des R. repens. Wir haben gesehen, wie der von den Primärblättern an sich geltend machende Drang zu reicherer Gliederung alle die mannigfachen, trotz ihrer bedeutenden Abweichungen doch sehr wohl vergleichbaren Typen schuf, die — wenigstens bei der zweiten Familie — den Haupttheil unserer Betrachtungen ausmachten.

Bei der Fiederung selbst sind zwei Typen zu beachten, welche die Extreme der Formenvariation darstellen: das einfach gefiederte Blatt, dessen Blättchen sämmtlich annähernd von gleicher Grösse und gleichem Umrisse sind, und das mehrfach gefiederte, dessen Fiedern von unten nach oben eine graduell abnehmende Theilbarkeit zeigen, so dass eine rohe Umrisslinie der ganzen Lamina sich ziemlich als ein gleichseitiges Dreieck darstellt.

Als ein weiterer Factor, der die grossen Verschiedenheiten der Blattformen bedingt, ist die grössere oder geringere Zertheilung der Blättchen in Zipfel anzusehen und zwar ist dieselbe völlig unabhängig von der Gliederungshöhe des betreffenden Blattes. Wie bei den einfachen Blättern neben das ungelappte Grundblatt des R. cassubicus das tief gelappte Stengelblatt derselben Pflanze tritt, wie Hydr. repanda, Sanic. europaea, Astrantia minor eine ähnliche Stufenfolge darstellen, so auch bei den einfach und mehrfach gefiederten Blättern; vergleiche die zahlreichen Beispiele, wo auf Formen mit einfach gekerbten oder

schwach gelappten Blättchen in den oberen Stengelpartien solche mit tief einschneidenden Zipfeln folgen. Auch hier können wir also durch Darstellung der beiden Extreme die ganze Formenvariation in Betreff dieses Punktes klar legen. Ein mehrfach gefiedertes Blatt — als Beispiel diene das von Thalictrum aquilegifolium — kann in der Form seiner Blättchen noch ziemlich einem einfachen, ungetheilten Blatte wie dem der Ficaria entsprechen, wenngleich der Blättchengrund meist bereits mehr ein keilförmiges, als ein herzförmiges Aussehen hat, welch letzteres in unserem Falle erforderlich wäre. Aehnliche Beispiele von den Umbelliferen anzuführen, ist nicht schwer: Siler trilobum, Laserpitium aquilegifolium.

So das eine Extrem! Das andere hat statt schwach gelappter Blättchen solche, deren schmal lineale Zipfel sich fast oder ganz zu einer weiteren Ordnung von Fiederchen isolirt haben. Es liegt uns in derselben Gattung, aus der wir das erste Beispiel für sein Gegentheil nahmen, in einer charakteristischen Form vor: Thal. galioides. Die fast unzähligen, zwischen diesen Extremen stehenden Gestalten sind aus der Specialbetrachtung beider Familien zur Genüge bekannt.

Nach dieser mehr allgemein gehaltenen Vergleichung ist noch besonders zu betonen, dass die Blätter nicht bloss in ihren allgemeinen Umrissen ziemlich übereinstimmen; vielmehr herrscht eine oft geradezu frappirende Aehnlichkeit unter Formen aus beiden Familien. Dem Leser wird dies, wenn er bereits selbst im Verlaufe der Umbelliferenbetrachtung einen Rückblick auf die bei den Ranunculaceen dargestellten Formen warf, sicherlich aufgefallen sein. Da haben wir zunächst als ein besonders auffälliges Beispiel peltate Blätter mit annähernd kreisrunder Spreite und schwachen, plattgedrückten Kerbzähnen als deren Umrandung: R. Cooperi — Hydr. vulgaris. Unter den drei- oder fünflappigen Blättern lassen sich ebenfalls Formen von einander sehr ähnlicher Gestalt finden: R. alpestris, Batr. aquatile — Hydr. ranunculoides. Besonders zahlreiche Primärblätter wiederholen gerade diese Typen in grosser Gleichförmigkeit: Siler, Aegopodium, Aethusa, Lagoecia. Ficaria stimmt mit Hydr. asiatica u. a. überein, Cimicifuga calthifolia mit den Grundblättern des Eryng. alpinum. R. aconitifolius weist Berührungspunkte mit der Gestalt der Astrantiablätter auf, ebenso die unteren Folia von Actaea japonica mit Pimpinella rotundifolia. Man vergleiche das spitz keilförmig an der Basis sich zuschärfende, untere Blatt des Delphinium junceum, welches nur am breiten Vorderende Zahnkerben trägt, mit dem gleichgestalteten der Hydr. triloba und dann wieder die oberen, einfach linealen Folia derselben Ranunculacee mit Hydr. linearis. Die oberen, völlig einfachen, lang-linealen Blätter des Cynosciadium pinnatum sind wegen ihrer parallelen Nervatur ebenso wie manche Bupleura zu einem Vergleiche mit R. gramineus geeignet. Bei Archemora ternata sind die Einzelblättchen ganz den hier erwähnten Formen entsprechend. In beiden Familien wird in den oberen Theilen der Pflanzen häufig ein einfaches, lineales Blatt erreicht. Bei den Umbelliferen brauchen wir bloss auf die zahlreichen Fälle mit solchen

Hüll- oder Hüllchenblättern hinzuweisen. Auch bei den Ranunculaceen sind wir diesen Formen an einer Reihe von Stellen begegnet.

Die fein zertheilten, fiederspaltigen Pulsatillenblätter finden unter den Umbelliferen ein Ebenbild bei Zosimia radians und absinthifolia. Die Aehnlichkeit der Blattgestalt der Pulsatilla vulgaris mit Umbelliferenformen wird noch besonders dadurch erhöht, dass die ersten Secundärfiedern auf der unteren Seite sich bereits an der Basis der Primärfiedern abtrennen. Diese Gliederungsart ist bei den Umbelliferen ausserordentlich verbreitet: sie bildet eine Vorstufe zu der Kreuzstellung. Die Folia der Nigella damascena wiederholen sich an den oberen Stengeltheilen der Eurytaenia texana. Die Blätter der Xanthosia rotundifolia lassen sich in Parallele stellen mit den Blättchen einiger doppelt-gefiederter Knowltonia-Arten. Die Formen des Ligusticum actaeifolium, sowie die von Trochiscanthes stimmen in vielen Punkten mit Actaea-Blättern überein. Eine ziemlich grosse Aehnlichkeit herrscht, wenn man von der verschiedenen Grösse absieht, zwischen den Blättern von Siler trilob. und Laserpitium aquilegifolium einerseits und dem Aquilegiablatte andrerseits. Man vergleiche Thal. foeniculaceum mit der Gattung, nach der es den Artnamen trägt, ferner auch mit Peucedanumformen.

Wir könnten die Zahl solcher Analogien noch vermehren, es ergibt sich aber schon aus den angeführten Beispielen, dass ebenso wie innerhalb des geschlossenen Verwandtschaftskreises einer natürtürlichen Familie gewisse Formen in den verschiedenen grösseren Gruppen sich wiederholen, so auch in verschiedenen, nicht mit einander verwandten Familien die Aehnlichkeit oft einen merkwürdig hohen Grad erreichen kann. Diese Thatsache deutet das an verschiedenen Stellen gleichsinnige Wirken bestimmter Gestaltungsfactoren wenigstens in allgemeinen Umrissen an. Es lässt sich nicht verkennen, dass beide Familien neben mancherlei Formen, in denen sie von einander abweichen, in verschiedenen Gruppen Parallelreihen aufzustellen gestatten, welche zeigen, dass in der grossen Mannigfaltigkeit doch gewisse Typen oft wiederkehren und, was besonders zu beachten ist, dass diese Typen sich unter einander in einer gewissen Formenkongruenz befinden.

Auf unserem Wege durch die Blattformenreihen der Ranunculaceen und Umbelliferen haben wir bei verschiedenen Gelegenheiten auf die Primärblätter einzelner Pflanzen hingewiesen. Sie sind in den meisten Fällen bedeutend kleiner und einfacher gegliedert, als die späteren. Einem allmählichen Aufsteigen zu höherer Gliederung bis zu einem Maximum, welches durch das den vollendeten Typus der betreffenden Species repräsentirende Laubblatt erreicht wird, steht gegenüber eine ebenfalls allmähliche Abnahme der Gliederung und Grösse oberhalb desselben: der aufsteigende und der absteigende Schenkel der Blattmetamorphosenkurve zeigen an ihren Enden nicht selten einander ähnelnde Formen, hier wie dort bleibt das Blatt auf einer niederen Entwickelungsstufe stehen. Andrerseits hat uns das Studium der Primärblätter auch Anlass geboten, sie mit den über-

haupt auf einer einfachen Stufe stehen bleibenden Formen zu vergleichen. Es herrscht oft eine grosse Aehnlichkeit zwischen den Primärblättern von Species mit in ihrer späteren Entwickelung complicirteren Gestalten und den einfachen Laubblättern anderer Arten, die auf diesem Stadium verharren.

In der kurzen, zusammenfassenden Darstellung am Schluss der Ranunculaceen gedachten wir auch der verschiedenen Abzweigungsart der Seitenrippen von der betr. Mittelrippe, dieselbe kann gegenständig oder abwechselnd sein. Bei den Umbelliferen kehren beide Formen wieder. Bei mehrfach gefiederten Blättern ist die Zahl der in ihren unteren Theilen opponirt stehenden Fieder- und zugleich Nerven-Ordnungen eine entsprechend grössere. Bei Blättern, die nur tief fingerig-fiederspaltig sind, ist bisweilen bloss das erste Seitennervenpaar I. Ordnung gegenständig, sämmtliche übrigen nicht. Innerhalb der Blättchen reich gegliederter Formen wird auch bei den Umbelliferen die gegenständige Stellung der Nerven meist schnell durch die wechselständige abgelöst, nur die mittelsten Endblättchen haben bisweilen noch einige Paar opponirter Hauptseitennerven, z. B. Aegopodium. Mit der stärkeren Zerlegung in Blättchen geht die Opponirung der Rippen niederer Ordnung Hand in Hand, wie sich an der von einfachen, am Grunde finger-, im Uebrigen wechselnervigen Primärblättern emporsteigenden Blattentwickelung bis zu den reich gegliederten, mittleren Laubblättern verfolgen lässt.

Die gegliederten Blattformen beider Familien zeigen deutlich das Hervorgehen gefiederter Formen aus fiederspaltigen. Während aber in vielen Fällen die fiederspaltige Gestalt nur ein Durchgangsstadium ist, das von den einfachen Primärblättern überleitet, ist es in andern das höchst erreichte Ziel. Bei den Ranunculaceen lernten wir in Adonis, Nigella, verschiedenen Pulsatillen Beispiele permanent fiederspaltiger Blätter kennen. Auch bei den Umbelliferen sind dieselben sehr verbreitet: die gefiederten Folia gehen in ihren äusseren Theilen immer in wechselnervige und damit zugleich, wenn sie dort überhaupt noch Einschnitte aufweisen, mehr oder minder tief fiederspaltige Formen über. Die überwiegende Mehrzahl der Umbelliferenblätter repräsentirt gerade solche Formen.

Bei den einfachen Blättern lassen sich in beiden Familien keilförmig nach unten verschmälerte Formen in ansehnlicher Zahl nachweisen, bei den gefiederten Gestalten aber ist eine Verschmälerung der Gesammtlamina nach unten in beiden eine Seltenheit. Von den Ranunculaceen ist uns nur ein Fall, die aus dem oberen Scheidentheil ihren Ursprung nehmenden Laminarzipfel von Adonis aufgefallen (Fig. 4 *b*, *c*). Dieselben sind stets etwas kürzer als die untersten Fiedern der Lamina selbst. Aus den Reihen der Doldenträger haben wir mehre Species aus verschiedenen Gruppen zu nennen. Zunächst Lagoecia (Fig. 14): die unteren Blättchen des einfach gefiederten Blattes sind viel kleiner als die mittleren und oberen, ähnlich die submersen und die grundständigen Luftblätter (Fig. 17) des Sium latif., die fein borstlich zerschlitzte Blattform des Carum verticillatum (Fig. 16); bei C. Carvi

liessen sich schwache Andeutungen in dieser Richtung constatiren. Palimbia salsa hat zum Unterschiede von Meum athamant. ebenfalls eine nach der Basis zu abnehmende Grösse der Primärfiedern aufzuweisen. Auch bei Eurytaenia (Fig. 24) sind die untersten Fiedern von geringerer Länge, als die ihnen folgenden.[1]) Der Mehrzahl nach sind die gefiederten Blätter in beiden Familien an der Basis der Gesammtlamina am breitesten. In der Grössenabnahme aber unterliegen die Fiedern besonders bei den Umbelliferen grossen Verschiedenheiten, bisweilen sind die seitlichen, paarigen Fiedern fast gleich gross und nehmen nur wenig nach oben zu in ihrer Ausdehnung ab, oder die untersten Seitenäste sind grösser als die übrigen und der Abfall ist nach oben zu ein rascher. Von Ranunculaceen sind wohl nur Clematis-Arten als Besitzer von unpaar gefiederten Blättern mit mehren Blättchenpaaren anzuführen, sonst erstreckt sich das gefiederte Ranunculaceenblatt stets mehr in die Breite.

Im Verhältniss zu der Familiengrösse ist eine bedeutend grössere Zahl von Umbelliferen mit mehrfach gefiederten Blättern ausgestattet als Ranunculaceen. In dem letzten grösseren Theile unserer Umbelliferenstudie hatten wir es fast durchgängig nur mit den vielfachen Modifikationen eines reich gegliederten Blattes zu thun, die Ranunculaceen dagegen steigen nur in wenigen Fällen zu dieser Höhe auf. Schon die meist bloss doppelt dreizählig-gefiederten Blätter von Actaea und Paeonia sind eine für ihre Familie ziemlich hohe Stufe der Gliederung, die sonst nur durch Thalictrum übertroffen wird, und selbst dieses reicht nicht an die bekannten, sich in vier und mehr Fiederordnungen gliedernden Umbelliferenformen heran.

Wir haben in der kurzen Zusammenfassung am Schlusse der Ranunculaceen schon die Thatsache erwähnt, dass der Formenmannigfaltigkeit in einem Theile der Gattungen eine mehr oder minder prononcirte Einförmigkeit anderer gegenüber steht. Bei den Umbelliferen hat eine Vergleichung unter diesem Gesichtspunkte ein ähnliches Resultat.

Indem wir uns der Eintheilung der Umbelliferen in natürliche Gruppen anschlossen, gewannen wir für unsere Betrachtung zugleich eine gewisse Formenübersicht: es sind im Grossen und Ganzen in den ersten Gruppen die einfachen Gestalten vereinigt, die späteren besitzen dagegen hauptsächlich nur ein- bis mehrfach gefiederte Blätter.

Gehen wir nun dazu über, festzustellen, welche Typen nur einer der beiden verglichenen Familien eigen sind, so zeigt es sich, dass den Umbelliferen ein dem Verhältniss der Artenzahl entsprechender grösserer Formenreichthum vor den Ranunculaceen zukommt. Beson-

1) In manchen anderen Familien, wie den Compositen, Cruciferen, auch bei einigen Rosaceen, herrschen solche Formen vor. Uebrigens würden sich auch aus den Reihen der Umbelliferen noch weitere Beispiele vorführen lassen: man erinnere sich des Verwandtschaftskreises des Eryng. campestre (pag. 30, 31).

ders sind es Gruppen von capländischen, australischen und andinen Doldenträgern, deren eigenthümliche Blattgestalten, in engster Beziehung zu den sie umgebenden klimatischen Verhältnissen, bei den Ranunculaceen kein Vergleichsobject besitzen. Die Siebera- und Trachymene-Species von ericoidem Charakter finden wohl ihre Analoga bei anderen Dicotylenfamilien wie den Papilionaceen und Compositen, bei den Ranunculaceen wird man sich aber vergebens nach ähnlichen Formen umschauen. Neben einander treten bei ihnen auf demselben Acker der lineal-blättrige Myosurus, der gefiedert-fingerige, reichgelappte, breitblättrige Ran. repens und das tief fingerförmig eingeschnittene Delph. Consolida auf. Während sich aber bei den Ranunculaceen mit diesem Nebeneinander von Formen in dem nämlichen Gebiete unter völlig gleichen Verhältnissen die Gestaltung fast ganz erschöpft, ist dagegen bei den Umbelliferen noch ausserdem eine Reihe von Formen zu finden, die schon äusserlich dem Pflanzenkundigen ihre Herkunft verkünden. Ich nannte vorhin die Siebera-spec. von Ericaceen- und Epacrideen-Typus. Gerade in dieser Gattung treten daneben noch weitere Gestalten auf, die auch in anderen Familien zusammen vorkommen: so S. juncea mit rutenförmigen Zweigen und zu Schuppen reducirten Blättern und S. compressa, deren Stengel breit zweischneidig-geflügelt sind, während die Blätter ebenfalls kleine Schuppen darstellen, die jedoch noch fingerförmig getheilt sind. Diese beiden Typen treffen wir vor allen bei Papilionaceen (Genisteen) wieder. Die beiden auf zwei, seltener drei Seiten den Stengel begleitenden Flügel, die an den Hauptknotenpunkten sich verschmälern, charakterisieren z. B. auch Genista sagittalis [1]). Auch aus den Reihen der Compositen lassen sich ähnliche Typen anführen: Baccharis articulata, genistelloides und sagittalis. Wie bekannt, treten bei manchen Varietäten der S. compressa die Stengelflügel nur schwach kielartig hervor: vergl. Genista carinalis. Die Gestalt der S. juncea findet sich in verschieden starker Annäherung ebenfalls in der Gruppe der Genisteen wiederholt: Retama rhodorrhizoides, Genista aetnensis.

Der Ericaceentypus selbst ist in verschiedenen Umbelliferengattungen anzutreffen, zunächst bei einer Anzahl capländischer Hydr.-Spec. aus dem Subgenus Centella. Wiederum lassen sich Parallelen zwischen einer Gattung aus der Genisteengruppe und diesen Umbelliferen ziehen: bei dem am Cap heimischen Genus Aspalathus (A. corymbosa, ericifolia) treten dieselben nadelförmig-spitzen, am Rande umgerollten Formen auf, wie sie Hydr. linearis und Verwandte, ferner Siebera linearifolia, ericoides, Xanthosia juncea u. a. besitzen. Der Ephedra-Typus findet seine Vertreter ebensowohl bei Hydr. als bei manchen Retama-, Genista- und Sarothamnus-Sträuchern.

Mit dem Ericaceen-Typus sind die sich in vielen Dicotylenfamilien in einander ähnelnder Gestaltung findenden niedrigen Formen

---

1) Als Unterschied ist zu bemerken, dass dieser Ginster nicht schuppenförmige, sondern elliptische, einfache Blätter trägt, die jedoch hinfällig sind, so dass die Pflanze den grössten Theil des Jahres ein der Siebera compr. ähnliches Aussehen hat.

welche polsterbildend die Hochgebirgsmatten zusammensetzen helfen, durch Uebergänge verbunden. Auch aus unserer Familie ist eine kleine Gruppe zu nennen, deren schuppenförmig sich deckende Stengel-Blätter sie bisweilen eher als Lycopodium-Arten ausgeben könnten, denn als Doldenträger.[1]) Die Rosacee Alchimilla nivalis stimmt mit Azorella Selago im Habitus überein, andere Azorellen finden in den verschiedensten Familien Vergleichstypen, wozu oft auch noch andere dabei zugleich auftretende Charaktere beitragen können; so erhält A. gummifera durch die strahlenförmige Ausbreitung der dicht rosettig gestellten oberen Blätter, in deren Mitte sich der kleine, kaum gestielte Blüthenstand befindet, das Aussehen von Immortellen. Goebel hat im II. Bande seiner „Pflanzenbiol. Schild.“ pag. 26 eine Reihe von Formen aus verschiedenen Familien zusammengestellt, die, gewissen Erdgebieten eigenthümlich, sämmtlich einen ericoiden Habitus zeigen.

Hermas gigantea übertrifft fast sämmtliche übrigen Umbelliferen in der Stärke ihres die Blätter bedeckenden Filzes. Sowohl in dieser Eigenthümlichkeit als auch in der Form der Blätter ähnelt sie manchen Labiaten (Stachys germanica) und Scrophulariaceen (Verbascum). Die oberen Blätter, von bedeutend geringerer Grösse, lassen sich mit den Blattformen von Helichrysum-Arten vergleichen (H. crassifolium und betseliense). Alle diese Pflanzen sind Bewohner dürrer Standorte. Eine wirklich filzige Behaarung tritt ausserdem noch bei wenigen anderen capländischen und australischen Umbelliferen hervor: Hydr.-, Hermas-, Actinotus-spec..

Vereinzelt sind in beiden Familien alleinstehende Species oder kleinere Gruppen, welche submerse Blätter von eigenthümlicher Gestalt zu bilden im Stande sind: Batrachium-spec., Ran. multifidus, Helosciadium inund., Sium lat., Oenanthe aquatica mit haarfein zertheilten Wasserblättern. Es sei auf ihre Verbreitung in einer Reihe von Dicotylenfamilien hingewiesen: Cruciferen, Labiaten, Compositen, Nymphaeaceen (siehe Goebel, Pflanzenbiol. Schild. II). Sie sind den Schwimm- oder auch Luftblättern, morphologisch betrachtet, analog gebaut, die breiteren Flächen derselben sind mehrfach fiederspaltig und in feine Zipfel aufgelöst, die sich zugleich oft verlängern und aus der Fläche herausspreizen. Diese Heterophyllie ist eine Fähigkeit gewisser Pflanzen, durch verschiedene Formen den jeweiligen Umständen, die an ihren Standorten wechseln können, entsprechend zu reagiren. Wir sehen die Antwort der Pflanze auf die Veränderung ihrer Lebensbedingungen, die dabei betheiligten formschaffenden Factoren aber bleiben in Dunkel gehüllt.

Die mittels ihrer Blatt-, bezw. Blättchenstiele kletternden Clematis-spec. bilden, zusammen mit den vorher genannten submersen Pflanzen, eine Ausnahme von der für die Ranunculaceen aufgestellten Behauptung, dass aus ihrem Habitus kein specifisches Verhalten in Betreff ihrer Lebensweise folgere. Wir finden bei den Umbelliferen

1) Von Ranunculaceen könnte man hier an die einem ähnlichen Typus angehörende Caltha dionaeifolia erinnern.

keine Formen, die ähnliche Erscheinungen zeigen. Dagegen sei wenigstens kurz des tropischen Compositengenus Mikania gedacht, das in Habitus und Blattform mit manchen einfachblättrigen Clematis-spec. vergleichbar ist: die Nervenrichtung sowie die eigenthümliche senkrechte Stellung der Blattstiele zum Stengel stimmen bei beiden Gattungen überein. Zugleich verdient hervorgehoben zu werden, dass von allen Ranunculaceen allein bei Cl. gegenständige Blätter vorkommen. Ob eine vergleichende Untersuchung der Blattstielkletterer besondere, innere Beziehungen der Blattorganisation zur Lebensweise aufdecken wird, muss dahingestellt bleiben.

Wir sahen, dass beide Familien fast ausnahmslos (ausser Clematis) wechselständige Blätter haben; es können infolgedessen keine connaten Formen bei den wohlausgebildeten Laubblättern auftreten. Etwas anders ist es allerdings in den oberen Stengelregionen bei den Umbelliferen, dort kommt es durch das Kurzbleiben von Stengelgliedern in manchen Fällen regulär zu einer paarigen oder Wirtelstellung. Die succedane Entstehungsweise der Blätter gibt sich jedoch dadurch zu erkennen, dass der Scheidengrund des zuerst gebildeten Blattes den Grund des oder der späteren Blätter stärker oder schwächer umfasst. So ist es auch gewöhnlich bei den zu dreien im Quirl stehenden Involucralblättern der Anemone-Species. Der Uebergänge zu den connaten Formen der Pulsatillen-Hüllblätter haben wir an dem betr. Orte gedacht (p. 236). In den oberen Theilen mancher Ranunculaceen werden durch Kurzbleiben von Stengelgliedern zwei einander folgende Blätter auf dieselbe Höhe gebracht; bei Ran. acer wurde einmal eine einseitige Verwachsung der Scheiden zweier solcher Blätter beobachtet. Bei den Umbelliferen sind ähnliche Erscheinungen an in dieselbe Höhe zusammengerückten Blättern ebenfalls möglich, z. B. einseitig vollzogene Verwachsung der Scheiden von zwei gleichhoch stehenden oberen Blättern bei Carum Carvi[1]). Dass sich unter den stets mit gegenständigen Blättern ausgestatteten Clematis-Arten auch connate Formen finden (Cl. connata und Jackmani) ist bei der simultanen Entstehung der Gegenblätter nicht auffällig. Sonst sind mir aus beiden Familien keine connaten Blätter bekannt geworden, es sei denn, dass man hierbei noch der Involucralia einiger Umbelliferen zu gedenken hätte: Pozoa coriacea, Alepidea Woodii, Bupl. stellatum, Hüllchen von Seseli Hippomarathrum. Bei allen diesen Pflanzen zeigen die auf diese Weise entstehenden, mehr oder minder schalenförmig vertieften Involucra, resp. Involucella, einen gleich-

---

1) Einseitige Verwachsung der Scheiden zweier auf gleicher Höhe stehender Blätter tritt auch sonst bei Umbelliferen auf, z. B. Aegopodium, bei dem sich, wenn auch nur vereinzelt, diese Erscheinung in den oberen Stengeltheilen zeigt Wie bei Ran. acer und Carum, so stehen auch hier diese Blätter zwar in derselben Höhe, aber nicht opponirt, sondern mehr oder weniger einseitig zusammengerückt, je nach ihrer sonstigen Divergenz am Stengel.

mässig ringsum mit rundlichen, spitzen Dreiecken besetzten Rand, die äusseren Enden der Blätter sind demnach frei. Perfoliate Formen fehlen den Ranunkeln ganz, unter den Umbelliferen kommen sie nur einzeln bei Smyrnium und Bupl. vor.

Die Ausbildung pedater Blätter, einer eigenthümlichen Specialform des gefingerten Blattes, scheint von unseren beiden Familien nur den Ranunculaceen eigen zu sein. Diese haben sie aber auch in den verschiedensten Verwandtschaftskreisen aufzuweisen, ausser Ran.- und Helleborus-Arten auch bei Anemone helleborifolia. Es ist sonderbar, dass in der Familie der Doldenträger, die doch mehrfach ganz ähnliche, fingernervige, einfache Blätter besitzt, nicht der Uebergang zur Fussform anzutreffen ist.

In der Ausbildung der Scheide stimmen beide Familien ziemlich überein, in beiden lässt sie sich in allen Graden von kaum merklicher Entwickelung bis zu ansehnlicher Ausdehnung verfolgen. Bei den Ranunculaceen herrscht die schwächere Ausbildung der Scheide vor; eine verhältnissmässig grosse Scheide charakterisirt wohl nur einige Helleborus-spec. in ihren oberen und Paeonien in ihren unteren Stengelpartien; zu blasenförmiger Auftreibung der Scheide aber kommt es doch wohl bloss bei einer Reihe von Umbelliferen.

Da Nebenblätter beiden Familien — mit einziger Ausnahme von Hydrocotyle — fehlen, so ermangelt naturgemäss das von uns entworfene Bild der Blattorganisation beider aller jener Complicationen, welche durch die mannigfaltige Form derselben in Familien wie z. B. den Papilionaceen hervorgerufen werden. Einen geringen Ersatz für diesen innerhalb eines geschlossenen Formen- und Verwandtschaftskreises oft so variabeln Theil des Blattes bieten in unseren beiden Familien die vereinzelt vorkommenden spreitenartigen Auswüchse an den oberen, seitlichen Theilen der Scheide. Unter den Umbelliferen führten wir sie bei den Eryngien (Fig. 10) an. In viel stärkerer Ausbildung, aber durch die meist rasch im Verlaufe der Ontogenesis sich an den oberen Blättern geltend machende, zurückbleibende Entwickelung der Blattstiele dem weniger aufmerksamen Auge entzogen, sind sie bei Adonis (Fig. 4) anzutreffen; schon vor dem Verschwinden des Stieles wird die Grenze zwischen Lamina und Vagina verwischt (vergl. Eurytaenia Fig. 24).

Die eigenthümlichen, an der Scheidenbasis der mittleren Stengelblätter von Carum Carvi ihren Ursprung nehmenden, 1—4 kleinen, secundären Blätter stehen in beiden Familien, soweit ich ermitteln konnte, ohne Vergleich da.

Die meisten Vertreter unserer Familien besitzen krautige Folia, deren verschieden ausgestalteter Rand keine besonderen Fortsätze in Form von Haar- oder Dornspitzen trägt. Von den Ranunculaceen sind nur wenige Ausnahmefälle anzuführen: die ausgebissen spitzgezähnte Berandung der lederigen Blätter von Helleborus lividus

und Knowltonia vesicatoria kann kaum als Beispiel dienen, am meisten gehört noch hierher das merkwürdige Blatt der Caltha dionaeifolia mit den zackigen Zähnen seines umgebogenen Randes. In weit reicherem Maasse treffen wir dagegen bei den Doldenträgern dergleichen Formen in verschiedener Ausbildung, so bei Eryngium: neben Blättern mit stark dornig bewehrten Zipfeln stehen andere mit feinen, schwachen Haarspitzen, welch letztere wiederum bei Hacquetia, Sanicula, Astrantia- und Alepidea-spec., Acroglyphe anzutreffen sind. Zugleich mit diesen haarspitzigen Zipfelendigungen treten bei Arctopus auch echte, gelbbraune Stacheln in den Einbuchtungen der Blattlappen auf, Anhangsorgane, die mir sonst aus beiden Familien von keiner andern Pflanze bekannt geworden sind. Die starren, drehrunden Blattverzweigungen von Echinophora spin. (Fig. 15), Pycnocycla spin., Peucedanum pungens (Fig. 29*a*) endigen in scharfen, dornigen Spitzen. Bei Exoacantha fanden wir von unten nach oben aufsteigend den Uebergang vom krautigen Grundblatt mit breiten Blättchen durch sehr schmal lineale, kaum gefiederte Stengelblätter zu den einfachen, starren, spitzen, im Querschnitt runden Blättern der Hülle und des Hüllchens. Erwähnt seien noch die mehrfach gefiederten Blätter verschiedener Hippomarathrum- und Cachrys-spec., deren starre, lineale Zipfel ebenfalls dornspitzig sind.

Zur Definition des Blattes gehört u. a. als eine seiner vornehmlichsten Eigenschaften der Begriff des Flächengebildes. Sobald man jedoch gerade den durch das letztere Wort bezeichneten Verhältnissen näher tritt, so fallen die zahlreichen, in diesem Punkte herrschenden Verschiedenheiten auf.

Die einfach nadelförmigen und linealen Blätter sind meist flach, bisweilen haben sie aber zurückgerollte Ränder: Ericaceentypus bei den Umbelliferen. Erwähnenswerth sind auch die einzig dastehenden, emporgeschlagenen Blattlappen des Subgenus von Caltha: Psychrophila.

Bei den reicher gegliederten, fingerförmigen oder fiederspaltigen Formen bleiben die Blätter in den meisten Fällen in derselben Ebene oder bilden eine schwach gewölbte, concave oder convexe Fläche. Wir gehen an diesem verbreitetsten Verhalten als demjenigen, welches wegen seiner so allgemeinen Geltung am wenigsten bemerkenswerth erscheint, kurz vorüber.

Bei den finger- oder fiederspaltigen Eryngien mit stark dornspitzig bewehrten Zipfeln ist ein eigenthümliches, krausenartiges Heraus- und zugleich Heraufbiegen der letzteren aus der Fläche zu bemerken, so dass sie sich nicht in einer Ebene ausbreiten lassen, sondern sich vielmehr theilweise schräg über einander legen. Andere Genera zeigen ähnliche Verhältnisse: Lichtensteinia (lacera), Alepidea (amatymbica). Bei einer Anzahl von gefingerten Blättern kommen schwache Abweichungen aus der Hauptblattfläche vor, wie das sich gegen einander Emporrichten der unteren Hauptlappen, doch fallen dieselben bei weitem nicht so auf wie bei den genannten Pflanzen.

Eine viel reichere Entwickelung in dieser Richtung zeigen natürlich die mehrfach gefiederten und fiederspaltigen Formen. Einen recht interessanten Fall haben wir bei Carum besprochen: die Stellung der Kreuzblättchen an den Ursprungsstellen der Hauptfiedern. Wir wiesen darauf hin, dass die untersten Fiederchen an der unteren Seite der Hauptäste des Gesammtblattes nach vorne heraustreten, die untersten an der oberen Seite dagegen nach hinten. An den Fiederchen höheren Grades ist die Tendenz zu diesem Herauswenden von Zipfeln ebenfalls vorhanden, aber weniger deutlich zu erkennen. Eine ähnliche, verticillate Stellung ist auch bei anderen Umbelliferen zu bemerken; Ansätze dazu finden wir auch bei feiner zertheilten Ranunculaceen, wie den fiederschnittigen Pulsatillen. Recht anschaulich ist die Ausbildung der Kreuzblättchen, beispielsweise bei Meum athamanticum, dessen mehrfach gefiederte, in haarfeine Zipfel aufgelöste Blätter dadurch ein sehr zierliches Aussehen erhalten. Bei Carum vertic. (Fig. 16) spreizen die gegenständigen, haarförmig fiederspaltigen Blättchen ihre Zipfel nach vorn, nach hinten und nach oben aus, so dass je zwei sich zu einem Scheinquirl ergänzen.

Auch einfach gefiederte Blätter zeigen charakteristische Stellungsabweichungen der Blättchen aus der Fläche. Als Beispiel eines besonders häufigen Verhaltens diene Sium lat.: die Seitenblättchen des ziemlich steil aufstrebenden Grundblattes sind beinahe in die Horizontale hinein gedreht, das unpaare Endblatt weicht dagegen nicht viel von der senkrechten Lage ab. Uebrigens zeigen auch die Primärfiedern von Carum Carvi u. a. eine gleiche Stellung.

Carum vertic. (Fig. 16) und Meum atham. stellen bereits Beispiele der linealen Zertheilung dar, bei der sich in beiden Familien in zahlreichen Fällen eine Ausbreitung der Zipfel in die dritte Dimension vollzieht. Die letzteren spreizen sich nach oben derart, dass z. B. bei Foeniculum off. und Anethum grav. von den Umbelliferen, bei Nigella damascena von den Ranunculaceen das Blatt nichts weniger als ein Flächengebilde darstellt. Bei einer Reihe von Formen liegen die Hauptverästelungen der Blätter bereits nicht mehr in einer Ebene[1]), sondern sind senkrecht oder unter schrägem Winkel nach aufwärts gerichtet. Von Ranunculaceen denken wir hier vor Allem an die untergetauchten, haarspaltigen Blätter der Batrachien (B. fluitans, divaricatum); als hervorstechende Beispiele aus den Reihen der Umbelliferen stellen wir ihnen Seseli gracile u.Verw., Athamanta Matthioli,[2]) sowie mehre Peucedanum-Spec., wie P. off., zur Seite. Die fein fiederspaltigen Gestalten, deren Zipfel nicht mehr die Flächenform, sondern

1) Sie verhalten sich also ähnlich den Verzweigungen des Stammes. Andererseits gibt es bekanntlich unter den letzteren zahlreiche Beispiele, wo die Secundäräste mit dem Primäraste in einer Ebene verlaufen (Nadelhölzer wie Tanne, Fichte, Thuja), oder sogar etwas nach abwärts gerichtet sind (Tilia).

2) Die gelenkartige Umknickung der mittleren Aeste der Gabelungen bei A. M. wurde im speciellen Theile betrachtet; wir lernten in diesem Blatte eine extreme Ausbildung des haarfein gespaltenen Typus kennen, dessen letzte Zipfel durch die nach aussen zu immer mehr zunehmende Sparrigkeit der Verästelungen sich völlig nach hinten hinüberneigen.

einen runden Querschnitt aufweisen, werden sowohl bei Pflanzen mit submersen Blättern als auch bei Landpflanzen angetroffen. Es steht diese Blattform mit dem Wasserleben vieler Gewächse in enger Beziehung; andrerseits ist es beachtenswerth, dass sich unter den Landpflanzen eine nicht geringe Zahl von Vertretern findet, die ebenfalls Blätter mit feinen, im Querschnitte annähernd rundlichen Zipfeln trägt. Zugleich ist auch in beiden Fällen die gleiche borstliche, in die dritte Dimension sich ausbreitende Stellung der Zipfel zu bemerken. Bei den Ranunculaceen sind diese Formen auf dem Lande fast gar nicht vertreten, nur Nigella damascena und Thalictrum foeniculaceum kommen ihnen nahe, die übrigen Hahnenfussgewächse mit ähnlicher Blattform haben deutlich eine flache Ausbildung der Zipfel oder sie sind nur scheinbar rund, indem ihre seitlichen Ränder umgerollt sind (Thalictrum galioides). Bei den Umbelliferen ist die Zahl der Species mit solchen Blättern eine bedeutend grössere: Meum atham., Anethum, Foeniculum, Carum vertic., Athamanta Matth. u. a..

Noch ein weiteres Stellungsverhältniss ist bei der Blattgestaltung von Wichtigkeit: ob nämlich Stiel und Spreite des Blattes oder Blättchens in derselben oder wenigstens annähernd derselben Ebene liegen, oder ob der Stiel einen Winkel zu der Spreitenfläche des Blattes resp. des Blättchens bildet. Der erstere Fall findet sich bei allen Blättern, deren Spreitengrund sich allmählich in den Stiel zuspitzt, so dass von einem scharfen Scheidepunkte beider keine Rede sein kann. Aber nicht bloss bei linealen, lanzettlichen und ovalen Formen, die sich am Grunde zuschrägen, sondern oft auch noch bei schwach herzförmigen Blättern, bezw. Blättchen können die Ebenen, in welchen Spreite und Stiel liegen, ziemlich oder ganz zusammenfallen. Manchmal ist jedoch bereits bei Spreiten mit geradem Grunde (d. h. dessen von beiden Seiten zusammentretende, untere Ränder eine gerade Linie bilden) eine deutliche Umbiegung des Stieles zu bemerken, häufiger aber bei herzförmigen. Ein anschauliches Beispiel dafür bieten die Schwimmblätter der Batrachien, deren schräg aufstrebende, submerse Stiele die wagerecht stehenden, schwimmenden Spreiten tragen. Auf eine grössere Zahl von ähnlichen Fällen wollen wir hier nur kurz durch Namensnennung hinweisen: Trollius, Caltha palustris, Ran. aconitifolius, Hydr. americana, natans u. a., San. eur., Astrantia, Hacquetia. Was die mehrfach gefiederten Blätter mit gestielten Einzelblättchen anlangt, so erinnere ich an das bei Thalictrum und Aquilegia Gesagte.

Bei manchen gefiederten Formen combinirt sich ein Heraustreten der Hauptäste des Blattes aus der Fläche des gemeinsamen Blattstieles mit einer Winkelstellung von Spreite und Stiel der Einzelblättchen, so bei den Thalictren und Aquilegien, sowie einigen anderen Ranunculaceen, ferner bei doppelt- und mehrgefiederten Umbelliferenblättern mit breiten, am Grunde herzförmigen Endblättchen: Siler, Laserpitium aquilegifolium, Aegopodium, Trochiscanthes.

Alle diese verschiedenen Stellungsverhältnisse der Blatttheile zu einander werden uns verständlich, wenn wir zwei Factoren ins Auge

fassen, nach denen sich die Pflanze zu richten hat: die möglichst grosse Ausnutzung des Lichtes und die möglichst starke Concentration der von ihr gebildeten Organe im Raume, wodurch ihr die nöthige Festigkeit im Gesammtaufbau gewährleistet wird.

Nur in solchen Formenkreisen, bei denen eine tief herzförmige Spreite mit dem sie tragenden Stiel einen grösseren, dem Rechten ziemlich genäherten Winkel bildet, ist die Möglichkeit zu peltaten Formen vorhanden, denn diese letzteren erfordern am Spreitengrund einen freien, nicht durch den Stiel behinderten Raum, sie treten nur in solchen Artengruppen auf, deren Blattspreiten eine derartige Winkelstellung zu ihren Stielen zeigen (Ran. Lyalli, Cooperi und Baurii, Form von Batrachium aqu., Thalictrum ichangense, Hydr. vulgaris und Verwandte, Klotzschia).

Nicht minder interessant, als ein Vergleich unserer beiden Familien unter sich und eine Zusammenstellung der ihnen gemeinsamen, sowie der nur einer eigenthümlichen Typen ist eine Betrachtung, welche andere, grosse Gruppen des Pflanzenreiches heranzieht und diese in Bezug auf die Form der Blätter mit ihnen in Parallele stellt. Bei einem solchen Vergleich müssen wir uns auf die allgemeinsten Züge beschränken, denn ein specielles Eingehen läge dem Zwecke dieser Arbeit, ein möglichst umfassendes Verständniss der Blattorganisation gerade dieser beiden Familien zu gewinnen, fern.

Wir haben gesehen, dass die Blattsucculenten vom Salsola-Typus unter den Umbelliferen verschiedene Vertreter in getrennten Gruppen besitzen: Echinophora spin., Peucedanum pungens, Exoacantha. Dagegen ist aus beiden Familien keine Fettpflanze vom Sempervivum- und Sedum maximum-Typus bekannt, desgleichen fehlen völlig die Stammsucculenten, zu denen doch die verschiedensten Familien, deren Arten der Mehrzahl nach dem krautigen Typus angehören, ihr Contingent stellen: Asclepiadaceen, Chenopodiaceen, Euphorbiaceen, Compositen, Mesembryanthemeen, Geraniaceen. — Ein charakteristischer, negativer Zug beider ist der Mangel an Parasiten- und Saprophyten-Formen, die, meist zu Gruppen vereinigt, einen grösseren oder kleineren Bestandtheil mehrer, anderer Familien bilden (Scrophulariaceen, Orchaceen, Hypopitaceen, Convolvulaceen, Lauraceen). — Bei den Ranunculaceen wenigstens haben wir eine Gruppe, die Clematideen, welche in der Mehrzahl ihrer Arten zur Rankenbildung hinneigt, und zwar sind es die meist noch mit einer Lamina gekrönten Blatt- oder Blättchenstiele, welche diese Function übernehmen. Beiden Familien fehlen dagegen windende, ebenso wie vermittels in Ranken umgebildeter Sprosse kletternde Pflanzen. — Die für die Papilionaceen charakteristischen Gelenkpolster, durch deren Krümmung die Blättchen auf bestimmte Reize zu antworten vermögen, werden in unseren Familien völlig vermisst.

Die Blätter beider Familien sind bilateral-symmetrisch; mir sind nur wenige Fälle von wahrer Asymmetrie bekannt geworden. Die Symmetrie geht keineswegs so weit, dass z. B. in einem reich getheilten Blatte jedem Zipfel der einen Seite nothwendig ein solcher der andern entsprechen müsste.[1]) Wir haben gelegentlich der Darstellung des Genus Peucedanum auf mannigfache Differenzen in diesem Punkte aufmerksam gemacht. Verwandte Erscheinungen lernten wir bei der Abgliederung von Blättchen bei manchen Primärblättern kennen: auf der einen Seite ist sie bereits vollzogen, die andere lässt oft kaum eine Andeutung davon erkennen (Zizia, Opoponax). Diese Uebergangsform von einfachen zu gegliederten Blättern ist natürlich nicht als Beispiel wahrer Asymmetrie zu verwenden.

Auf eine andere Grössendifferenz der beiden Blatthälften wurde bei Ligusticum alatum (Fig. 26) und Angelica silvestris hingewiesen. Die einander an den Blattknotenpunkten opponirten, zurückgebliebenen Fiederchen sind dort ungleichmässig entwickelt, oft fehlt das eine ganz. In diesem Falle ist das isolirte Fiederchen bestrebt, die Symmetrie wieder herzustellen: es rückt in die Mittellinie des Blattes und wird auf beiden Seiten annähernd symmetrisch; sonst schief seitlich nach vorn gerichtet, tritt es jetzt ziemlich gerade nach vorn.

Manche Species sind nicht ganz von dem gelegentlichen Vorkommen innerer Asymmetrie an den Blättern frei zu sprechen. Ficaria und einige Delphinien incliniren in dieser Richtung: der Mittellappen der obersten Blätter von F. (Fig. 2) steht häufig seitwärts von der (ideellen) Verlängerung des Blattstieles. Durch entsprechende Vergrösserung der Lappen auf der andern Seite wird in diesem Falle oft eine zweite Art einer (wenigstens scheinbaren) bilateralen Symmetrie gewonnen.

Wenn sich in einem Blatte oder einem Theile eines solchen nur auf einer Seite ein Blättchen von dem Mediantheile abgliedert, so können die beiden auf diese Weise entstehenden Blättchen sich so gegen einander stellen, dass die asymmetrische Abgliederung mehr verwischt und annähernd die an der betr. Stelle verlorene Symmetrie wieder erlangt wird: wir haben diesen Fall bei Peuced. coriaceum und Archemora ternata (Fig. 30) ausführlicher dargestellt.

Der Augenschein lehrt bei jedem mehrfach gefiederten Blatte sofort, dass sich die symmetrische Ausgestaltung der beiden Hälften nur auf das Gesammtblatt erstreckt. Die seitlichen Hauptverästelungen des Blattes sind, für sich betrachtet, asymmetrisch, ihr nach oben gerichteter Theil steht meist im Reichthum der Gliederung und in der Breitenausdehnung hinter dem nach unten gerichteten zurück. In höchst seltenen Fällen haben von correspondirenden Theilen die des oberen eine reichere Ausbildung als die des unteren: so manchmal die Kreuzblättchen von Carum Carvi (vergl. pag. 262).

---

1) Vergl.: A. P. de Candolle, Organographie végétale I. pag. 345.

Beide Familien zeigen ausnahmslos keine von den Blättern herablaufenden Flügel. Diejenigen Stengelflügel, welche vereinzelt in verschiedenen Abtheilungen der Umbelliferen auftreten, stehen mit den Blättern in keinem directen morphologischen Zusammenhang. Bei Siebera compr., dem ersten in dieser Hinsicht genannten Beispiele, stellen sie, wie eine mehr dem gewöhnlichen Verhalten entsprechende Varietät dieser Pflanze, die sich desshalb als Vergleichsobject eignet, deutlich zeigt, nichts anderes als erhöhte Stengelrippen dar. Bei unserer Siebera sind dieselben mächtig entwickelt und übernehmen die ganze Assimilationsthätigkeit (pag. 249 und 293).

In den anderen von uns zu erwähnenden Beispielen sind sie bei weitem weniger auffällig, zugleich wird auch bei diesen die Assimilationsthätigkeit ausschliesslich von den Blättern besorgt: bei Smyrnium perfoliatum und Ligusticum alatum sind besonders in den oberen Stengeltheilen die Rippen schwach flügelförmig-häutig entwickelt: ein sehr merkwürdiges Vorkommniss.

Nur selten haben wir in unseren speciellen Betrachtungen auf die Grössenunterschiede der Blätter bei den verschiedenen Arten Acht gegeben. Wir sind an derartige Verschiedenheiten in der organischen Natur so gewöhnt, dass sie uns kaum besonders auffallen. Und doch verdienen auch sie Beachtung; sie sind ähnlich an die Constitution der betr. Species gebunden[1]) wie die Form, denn unabhhängig von günstigen und ungünstigen Wachsthumsbedingungen sind einer jeden Art bestimmte Grössenverhältnisse eigenthümlich. Bei manchen Arten schwanken die möglichen Blattgrössen zwischen sehr verschiedenen Werthen, andere wieder sind merkwürdig constant. Zwergige Species, deren Blätter natürlich im proportionalen Verhältniss zur Grösse der ganzen Pflanze stehen, sind in unseren beiden Familien ziemlich wenig vertreten und auch nur in bestimmten Gruppen, bei den Ranunculaceen verhältnissmässig wohl noch mehr als bei den Umbelliferen: Ran. reptans, Moseleyi, pygmaeus, Ceratocephalus, Myosurus, Thalictrum alpinum, Anemone integrifolia, Caltha dionaeifolia, Hydr. sibthorpioides u. a., die Azorellen, Crantzia.

Ferner ist auch der Grössenunterschiede zu gedenken, die an einer und derselben Pflanze zwischen den Foliis der verschiedenen Stengelregionen auftreten. Die Primärblätter haben zugleich mit der viel einfacheren Gliederung eine weit geringere Grösse als die mittleren Laubblätter; nach oben zu macht sich wiederum ein graduelles Abnehmen sowohl der Grösse als auch der Gliederung bemerkbar. Zu betonen ist dabei das Wort „graduell", denn unsere beiden Familien begreifen neben der Mehrzahl von Formen mit allmählichem Uebergang zu Hochblättern verhältnissmässig nur wenige Arten in sich, bei denen eine stark bemerkbare Kluft zwischen der Gestalt der mittleren Laubblätter und der höheren, resp. der Hochblätter, besteht. Treten doch in beiden nur spärlich solche Gewächstypen auf, deren blütentragenden Stengel man als Schaft bezeichnen kann, eine Stengelart, welche eine scharfe Grenze zwischen Hoch- und Laubblättern bedingt.

1) Vergl. Sachs, Physiolog. Notizen VI in „Flora" 1893, p. 49 ff.

Kiel, Mitte Juni 1896.

Angabe der Seitenzahlen für die Genera.

Epiphylle Algen nebst einer Pithophora und Dasya aus Neu-Guinea.

Von

W. Schmidle.

Durch die gütige Vermittelung von Herrn Heydrich in Langensalza erhielt ich die von Herrn Dr. Lauterbach im Jahre 1890 und 91 auf Neu-Guinea und anderwärts gesammelten Süsswasser- und Luftalgen zur Bestimmung. Meist enthielt das Herbar getrocknete Baumblätter aus den Urwäldern Neu-Guineas, sie waren oft reichlich mit Algenräschen bedeckt. Nur wenige Süsswasseralgen der Insel waren darunter, meist ebenfalls in getrocknetem Zustande, einige jedoch auch zugleich in Spiritus conservirt. Ich gebe im Folgenden nur diejenigen Species, welche von Interesse zu sein scheinen, das gesammte Verzeichniss wird Herr Dr. Lauterbach später veröffentlichen.

Pithophora clavifera n. sp., Fig. *A*, 1—6.

Nr. 706a und b des Herbars und Spiritusmaterial; Lugamu; Süsswasser-Lagune, 3. Aug. 90.

Der rhizoidale Theil des Thallus ist wohl entwickelt, meist sehr lang und zeigt oft wieder Anlagen zur Verzweigung, wie dieses z. B. auch bei P. Kewensis geschieht.[1]) Helicoide Zellen fehlen vollständig.

Der ganze Thallus ist höchstens 5 cm lang, reichlich verzweigt, meist bis zum zweiten Grad, seltener nur vom ersten; einmal wurde auch ein kurzes Zweigchen dritten Grades bemerkt. Im ersten Falle sind die Zweige erster Ordnung selten, gehen einzeln ab, sind lang und tragen durchweg sehr viele, immer nur einzeln abgehende, fast senkrecht abstehende, kurze und schlanke Zweigchen zweiter Ordnung, welche vielfach die Tendenz zeigen, einseitswendig zu sein. Im zweiten Falle sind schon die Zweige erster Ordnung so beschaffen.

Die Pflanze fructificirte reichlich. Die Endsporen sind von den intercalaren merklich verschieden. Sie wurden nur selten gefunden und waren immer sehr kurz, einzeln stehend und ausgeprägt eiförmig. Die Länge betrug ca. 120 μ, die Breite 84. Immer war die der Endspore unmittelbar vorausgehende Zelle sehr kurz und leer (Fig. *A*, 1 u. 2).

---

1) Einmal war die unterste Stammeszelle breit und hatte ein unten abgerundetes Ende, an welchem der schmälere rhizoide Theil inserirt war.

Bei den intercalaren Sporen war dieses nie der Fall. Diese sind cylindrisch oder an den Seiten schwach aufgeblasen und immer einzeln stehend. Die rein cylindrischen Sporen (Fig. *A*, 3) sind ebenfalls sehr kurz und kaum $1^1/_2$ mal länger als breit (Dim.: 120 μ lang, 84 μ breit und 160 μ lang, 108 μ breit), und meistens gilt dies auch von den schwach aufgeblasenen (Fig. *A*, 4). Doch sah ich hier einmal eine Spore, welche dreimal länger als breit war (240 μ lang, 80 μ breit). Sie finden sich ebensowohl im Hauptfaden, als in den Zweigen ersten und zweiten Grades, häufig bilden sie die Tragzellen seitlicher Zweigchen.

Eine bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit unserer Pflanze sowohl im sterilen als fertilen Zustande sind ihre häufig vorkommenden, unförmig aufgeblasenen Zellen (Fig. *A*, 5, 6). Meist sind die Endzellen nach oben stark keulenförmig verbreitert, oft mit unregelmässigem Rande, desgleichen oft auch Fadenzellen, doch ist hier die Anschwellung vielfach auch eine rein kugelförmige oder vollständig unregelmässige. Die Alge erinnert dadurch sehr an die von Kützing[1]) beschriebene Cladophora clavigera aus Ostfriesland.

Die Längsdimensionen normaler steriler Zellen sind sehr variabel. Die Länge kann die Breite 1—16 mal übertreffen, kurze und lange Zellen stehen dann und wann (wenn auch selten) direct neben einander. Auch die Zellbreite des Hauptfadens im untersten Theile schwankt sehr; an sterilen Fäden beträgt sie 160—100 μ, an fertilen 140 bis bloss 70 μ. Entsprechend sind die Zweige erster Ordnung im Basaltheil 100—60 μ dick, die der zweiten jedoch regelmässig 50—60 μ inclusive der wenig schmäleren Endzelle, auch ist hier die Zelllänge regelmässig eine bedeutende.

Die ganze Pflanze ist mit kohlensaurem Kalk stark inkrustirt, speciell der Hauptfaden und die Zweige zweiter Ordnung. Erst durch Entfernung desselben werden Zellstruktur und Sporangien sichtbar.

Unsere Alge steht zweifellos P. aequalis Wittr. am nächsten. Die Verzweigung z. B. scheint hier wie dort ganz dieselbe zu sein. Doch unterscheidet sie sich wohl wesentlich, sowohl im fertilen wie sterilen Zustand. Einmal besteht bei P. aequalis der rhizoidale Theil oft meist nicht einmal aus einer ganzen Zelle;[2]) hier ist er stark entwickelt. Die Zellen des vegetativen Theiles sind dort an den Enden eingeschnürt, hier cylindrisch; die Sporen sind dort fast immer aufgeblasen, nur eine einzige, rein cylindrische Spore konnte Wittrock beobachten, hier sind sie umgekehrt, in der Regel cylindrisch; ausserdem sind dort die Sporen, und zwar speciell die Endsporen, viel länger, hier zeichnen sie sich, die letzten immer, durch grosse Kürze und die leere Vorzelle aus.

---

1) Kützing, Tab. phycol. IV, tab. 47.

2) Wittrock, „On develop. and syst. arange. of Pithoph.“ in Royal Soc. of Upsala 1877; pag. 50—52 (Separatdr.).

Trentepohlia dialepta (Nylander) Hariot, Fig. *A*, 7—11.

Die Pflanze, welche ich zur genannten Art rechne, ist sehr häufig an Blättern und Baumzweigen von den verschiedensten Stellen der Insel, z. B. Butaueng, primärer Wald, Mai 90; Sattelberg bei Finschhafen, 790 m, primärer Wald, 24. Juli 90; primärer Wald am Gogol-Oberlauf, 30. Nov. 90; in den Exsiccaten Nr. 528 a u. b, 535 b, 1069 und 1040 u. s. w.

Sie stimmt mit der von Hariot[1]) und de Wildemann[2]) gegebenen Beschreibung ziemlich gut überein, zeigt jedoch einige erwähnenswerthe Abweichungen.

Ihr Thallus bildet flache, bis 3 dm im Durchmesser grosse lockere Scheiben von höchstens 1—2 mm Dicke, welche an Blättern, Moosstengeln oder Baumzweigen festgewachsen sind und runde, gelappte Ränder besitzen. Mit blossem Auge scheinen sie eine radiale, fädige Struktur zu besitzen, unter dem Mikroskope jedoch sind die Fäden durch ihre Seitenäste miteinander regellos verwoben und verflochten, doch lässt eine aufmerksame Betrachtung erkennen, dass die Hauptfäden radial gerichtet sind. Sie wachsen, wie auch die Aeste, grösstentheils horizontal oder sehr schief nach aufwärts, ohne jedoch ausser an der Basis auf dem Substrate aufgewachsen zu sein.

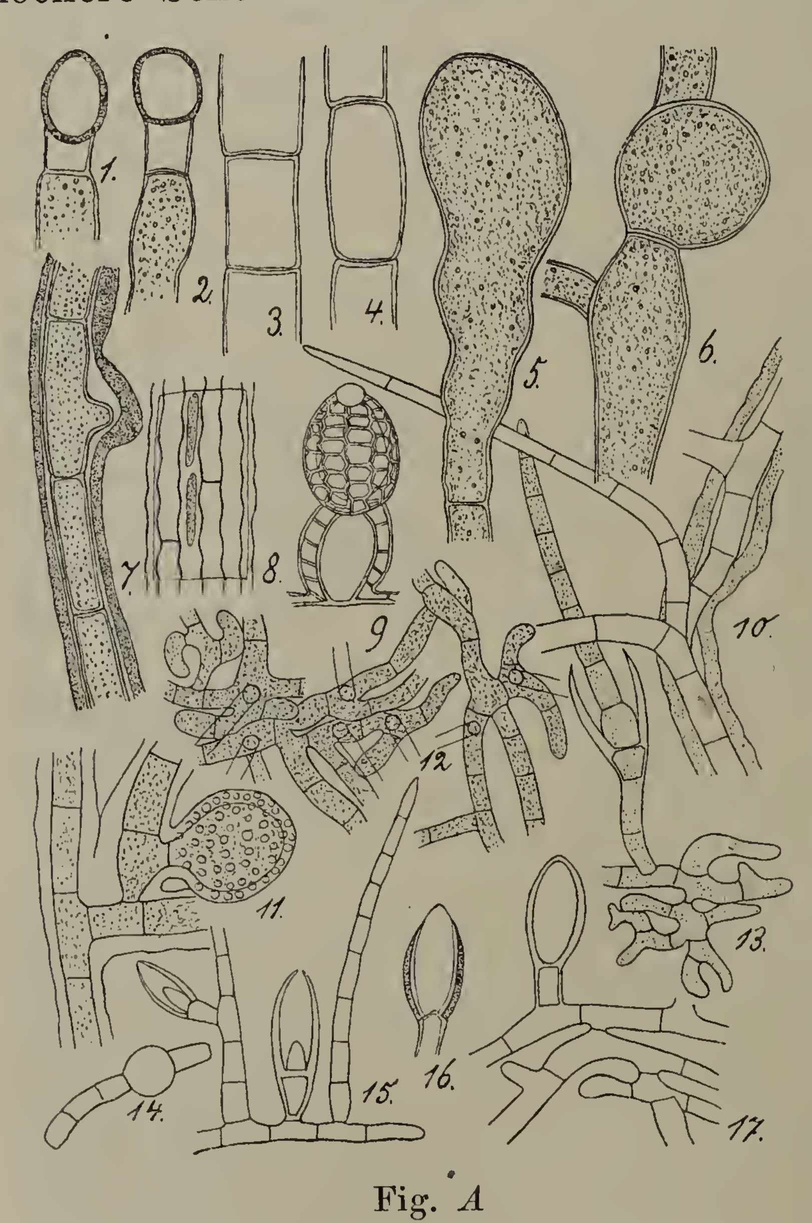


Fig. *A*

Sie sind lang, wenig verzweigt und gegen die Spitze zu deutlich verdünnt. Meist gehen die Zweige opponirt ab, selten einzeln. Im letzten Falle sieht man häufig, wie auf der entgegengesetzten Seite des Stämmchens auf derselben, oder fast auf derselben Höhe sich noch ein zweites Aestchen entwickelt. Auch an entwickelten opponirten Aesten erkennt man leicht ihr verschiedenes Alter.

---

1) Hariot, Notes sur le genre Trent.; Journ. de Bot. 1889, pag. 193.

2) De Wildemann, Notes sur quelques éspèces de Tr.; Journ. soc. belg. de Microsc.; 1894, pag. 23 (Separat).

Die Zweige selbst sind lang, an der Basis so dick wie der Hauptstamm, stehen zum Faden senkrecht oder doch fast senkrecht und können ihrerseits wieder, wenn auch selten, ebenso verzweigt sein.

Bemerkenswerth ist wohl, dass die Tragzelle eines Zweiges oft längsgetheilt ist. Wenn sich dann der eine Längstheil mit seinem Zweige seitwärts ausbiegt, so entstehen wohl die in Fig. *A*, 10 dargestellten und mehrfach beobachteten Zustände.

Der Faden ist scheinbar 8—12 μ dick (an der Spitze 4—6 μ). Man erkennt jedoch leicht, dass die eigentliche Zelle mit der Zellhaut höchstens eine Breite von 6—8 μ hat (an der Spitze 4 μ) [1]), und von einer dicken, scheinbar homogenen, nach aussen meist unregelmässig begrenzten Scheide umgeben ist (Fig. *A*, 7 u. 10). Ich hielt sie zuerst für eine contrahirte Gallerthülle. Sie zeigte im Gegensatz zur Zellhaut keine Cellulosereaction, färbte sich, was Gallerte nicht thut, sehr stark mit Magdalaroth, liess sich mit Kalilauge nur schwer erweichen, und sprang bei Druck in festen Platten ab. Diese zeigten nun deutliche Längsstreifung (Fig. *A*, 8), so dass sie aus Längsbändern zusammengesetzt erscheinen. An den Zweigspitzen fehlte die allseits geschlossene Scheide dann und wann. Obwohl ich hier bis jetzt niemals ein Auflösen in einzelne Fäden wahrnehmen konnte, so ist es mir doch kaum zweifelhaft, dass diese Scheide aus den enge nebeneinander liegenden Hyphen eines Pilzes besteht. Denn nach Färbung mit Haematoxylin konnte ich deutlich zwischen den Streifen protoplasmatischen Inhalt und vereinzelte, sehr entfernte Querwände wahrnehmen. Die Lage der Pilzhyphen war, soweit ich sehen konnte, immer einschichtig. An jungen knospenden Zweigen sah man die Schicht immer durch den entstehenden Zweig aufgehoben (Fig. *A*, 7), an alten Verzweigungsstellen bildete sie meistens eine kleine Anschwellung.[2])

Sehr interessant waren diese Verhältnisse an den Sporangien.

Die Sporangien, welche nur äusserst selten zu finden waren, hatten einen scheinbaren Durchmesser von 18—28 μ, waren rund oder länglich-rund und öffneten sich an der Spitze, wo sie mit einer Papille versehen waren. Sie standen entweder am Grunde der Zweige regelmässig seitlich auf der ersten Zweigzelle meist direkt, oft war noch, wie mir schien (das Hyphengeflecht verdunkelte die Verhältnisse bedeutend), ein kleines Zellchen dazwischen geschoben (Fig. *A*, 11), oder sie fanden sich an beliebigen Stellen des Fadens und zwar hier

---

1) Die Zelllänge ist im Verhältniss sehr gross; es wurden Längen von 16—34 μ gemessen (3—5 mal so lang als breit). Die Zelllänge ist also trotz der Lichenisirung eine sehr grosse; vergl. Wildemann l. c. pag. 20.

2) In Engler's bot. Jahrbüchern, Bd. 23, 1896, pag. 254, habe ich eine Scytonema beschrieben (Sc. Hieronymi nob.) mit einer Scheidenstruktur, welche sehr an die beschriebene Pilzbekleidung von Tr. dialepta erinnert. Genauere Nachuntersuchungen, welche ich seitdem angestellt, haben denn auch in der That ergeben, dass hier ebenfalls eine derartige Lichenisirung vorliegt. Sieht man nun bei Sc. Hieronymi von dieser Lichenisirung ab, so scheint mir diese Alge mit Sc. varium Ktzg. identisch zu sein. Der Name Sc. Hieronymi ist desshalb zu streichen.

immer direct demselben angewachsen (Fig. *A*, 9). Die Sporangien der ersten Lage waren immer einzeln, grösser und runder, die der zweiten dagegen schmäler, im Durchmesser länglich rund, nie einzeln, sondern immer 2—3 hintereinander. Die Zellhaut beider schien bei Anwendung von Trockensystemen (Zeiss DD, Occulus 5) sehr dick und an der Oberfläche grubig gefleckt.

Betrachtete man jedoch unsere Sporangien mit einer Zeiss'schen Oelimersion, so erschien die Zellhaut nicht nur sehr dick, sondern deutlich doppelwandig, wobei die beiden Wände durch Querwände miteinander verbunden waren (Fig. *A*, 9). Sie zerfiel also in regelmässig 4—5eckige, meist längsreihig angeordnete Kammern, wodurch der Eindruck einer grubigen Punktirung hervorgebracht wurde. Ich glaube wohl nicht fehlzugehen, wenn ich diese eigenthümliche Kammerung der Pilzumkleidung zuschreibe. Dafür spricht ihr gleiches Verhalten zu den oben angeführten Reagentien, und endlich auch der Umstand, dass es mir gelang, Sporangien der zweiten Lage zu finden mit gewöhnlicher, nicht gekammerter Zellhaut. Der Unterschied zwischen den Pilzhyphen der vegetativen Zellen und denjenigen der Sporangien ist wohl nur der, dass im letzten Falle die Querwände der Pilzhyphen infolge irgend eines Umstandes näher zusammengerückt sind und die dadurch entstehenden sehr kurzen Zellen den Eindruck der längsgereihten Kammern hervorbringen. Ich habe zuletzt auch den directen Zusammenhang dieser Kammern mit der übrigen Pilzbekleidung beobachten können, wodurch für mich jeder Zweifel gehoben war.

Unsere Trentepohlia scheint mir mit Tr. arborum Wild. sehr nahe verwandt zu sein und vielleicht, wie Wildemann es thut, als Variation dieser Art aufgefasst werden zu können. Letztere Alge kommt zudem auf Neu-Guinea unter meinem Materiale in der typischen Form ebenfalls vor, wenn auch sehr selten. Sie stimmt auch sehr gut mit der Beschreibung De Wildemann's von Tr. arborum var. minor Wild. überein, welche nach des Autors eigener Ansicht mit Tr. dialepta Hariot wahrscheinlich identisch ist.[1])

Trentepohlia ellipsicarpa n. sp., Fig. *A*, 12—17.

Nr. 1042 des Herbars; Gogol-Mittellauf, 23. Nov. 1890, auf Blätter.

Unsere Alge, welche sehr selten zu sein scheint und nur in einem einzigen Räschen gefunden wurde, bildet etwa einen centimetergrossen, im Herbarzustande gelbgrünen Flecken mit geringem Sammtglanz und unregelmässigem Rande. Ihr Bau ist ein so ab-

---

1) Seither habe ich in meinem Materiale (Nr. 1118, Gogol-Oberlauf) theils an Blättern, theils an Zweigen Exemplare gefunden, welche genau die Mitte zwischen Tr. arborum und Tr. dialepta einnehmen. Sie zeigen das beschriebene makroskopische Aussehen von Tr. dialepta, nur sind die Räschen kleiner und dünner. Die Fäden erreichen jedoch die Breite von Tr. arborum (16—24 μ), die relative Zelllänge und Verzweigung ist genau wie oben bei Tr. dialepta, auch sind die Fäden lichenisirt.

weichender, dass ich trotz des geringen Materiales, welches übrigens reichlich fructificirte, nicht anstehe, sie als neue Art zu beschreiben.

Die epiphylle Alge gehört zur Abtheilung der Heterothallus Hariot. Der kriechende Theil des Lagers besteht aus sehr dünnen, kurzzelligen Fäden, welche pilzähnlich gekrümmt sind und ein ziemlich dichtes, doch unregelmässig geflochtenes, nicht geschlossenes Lager bilden. Die Verzweigung ist eine höchst unregelmässige (Fig. *A*, 12, 13), oft fehlen auf längere Strecken hin Aeste gänzlich, oft treten plötzlich kurze gekrümmte Zweigchen so reichlich auf, dass es den Anschein hat, als entstehe ein geschlossenes Lager. An den Fadenenden tritt oft dichotome Verzweigung ein. Die Zellen des kriechenden Theiles sind höchstens 3—4 μ dick und meist zweimal so lang. An den reich verzweigten Stellen können sie auch 3—4 mal so lang werden. Sie sind in der Regel cylindrisch, es wurden jedoch auch einigemale Stellen im Geflechte mit kurzen, etwas eingeschnürten Zellen bemerkt. An den Verzweigungsstellen ist dann und wann die erste Querwand des Zweiges wie bei Tr. Leprieuri Har., in denselben hineinverschoben.

Diese Zellen senden nun einen reichen Wald sehr kurzer, höchstens 50 μ langer, sehr dünner (3—4 μ), gegen die Spitze hin bis zu 2 μ verschmälerten Fädchen in die Höhe (Fig. *A*, 15). Auch hier sind die Zellen sehr kurz, $1^1/_2$—2 mal so lang als breit, an den Enden kaum merklich eingeschnürt, so dass sie bei schwacher Vergrösserung cylindrisch erscheinen. Die Endzellen sind kugelförmig. Sehr selten sind die Fädchen verzweigt, höchstens tragen sie ein drei- bis vierzelliges Zweigchen, das unter spitzem Winkel abgeht.

Die Sporangien sitzen regelmässig und häufig dem Rücken der Fäden, senkrecht aufwärts gerichtet auf (Fig. *A*, 15, 17). Zwischen ihnen und dem Faden selbst ist ein kurzes Zellchen von der Fadenbreite eingeschaltet, sehr selten fand ich deren zwei bis drei, welche sich dann nach aufwärts verbreiterten. Die Sporen selbst sind schmal elliptisch, ca. 10—12 μ breit und 20—25 μ lang. Sie sind dickhäutig (die Zellhäute aller vegetativen Fäden sind ziemlich dünn) und öffnen sich an der Spitze.

Gerade so beschaffene Sporangien, vielleicht nur in den Dimensionen etwas kleiner, können auch seitlich den aufsteigenden Fäden ebenso mit Einschaltung einer kleinen Fusszelle ansitzen (Fig. *A*, 15). Ob sie auch an der Spitze dieser Fäden vorkommen, lasse ich unentschieden; doch scheint es mir wahrscheinlich. Ich traf hier einigemale kleine, angeschwollene Endzellen, welche ich für unentwickelte Sporangien halte.

Eine sehr bemerkenswerthe Eigenthümlichkeit kann man sehr häufig an denjenigen Sporangien beobachten, welche auf einer kurzen Fusszelle dem kriechenden Faden aufsitzen. Die letztere keimt nämlich fast regelmässig nach Entleerung des Sporangiums wieder aus, und es bildet sich dann entweder innerhalb der alten auseinanderstehenden Sporangienhäute ein neues Sporangium aus (Fig. *A*, 16) — ich habe deren vier ineinandergeschachtelte beobachten können —,

oder es entstehen aus ihr ein bis zwei weitere kurze, jedoch meist breitere Fusszellen, welche ein neues Sporangium tragen, oder endlich es keimt aus ihr direct ein neuer steriler Zweig (Fig. *A*, 13). Man darf also hier nicht behaupten, dass mit dem Sporangium das Spitzenwachsthum abgeschlossen ist.[1])

Schliesslich ist noch zu bemerken, dass ich auch einmal im Verlaufe eines kriechenden und eines aufsteigenden Fadens eine runde, angeschwollene, 12 μ dicke Zelle bemerkte, die vielleicht als zweite Sporenform zu deuten ist (Fig. *A*, 14).

Trentepohlia pinnata n. sp., Fig. *B*, 1—3.

Nr. 1069 des Herbars; primärer Wald am Gogol-Oberlauf, 24. Nov. 90.

Diese schöne und äusserst regelmässig gebaute Alge konnte ich ebenfalls nur in wenigen Räschen an einem Baumblatte finden. Auch sie gehört zur Section Heterothallus und zwar zweifellos in die Nähe von Tr. diffusa De Wildemann.

Die kriechenden Fäden haben eine Breite von 8—10 μ, ihre Zellen sind cylindrisch und drei bis viermal so lang als breit. Sie sind an gut entwickelten Exemplaren äusserst charakteristisch und regelmässig verzweigt (Fig. *B*, 1). Von jeder oder doch beinahe jeder Zelle gehen in der Mitte rechts und links je ein sehr kurzes, senkrecht abstehendes, meist nur zweizelliges, sich rasch verschmälerndes, horizontal gerichtetes Zweigchen ab, welches wieder gleich am Grunde links und rechts je ein einzelliges, kegelförmig verschmälertes Zweigchen trägt, welches unter spitzem Winkel abgeht und sich etwas nach dem primären Zweige hinkrümmt. Im Winkel zwischen dem primären und secundären Zweigchen kann häufig noch ein drittes, dünneres und kleineres einzelliges Aestchen von dem secundären ausgehen, welches dann dem Aestchen erster Ordnung parallel gerichtet ist.

Dieses Astgebilde kann nun an der Spitze des primären Astes weiterwachsen, und es entsteht dann ein neuer Faden, der wieder solche Astgebilde trägt und sich in nichts vom Hauptfaden unterscheidet. Wenn dann an jeder Zelle des letzteren solche Fäden mit ihren Astgebilden entstehen, so bildet das ganze ein ungemein schönes und regelmässiges, auf der Oberfläche hinkriechendes Geflecht.

Im Gegensatz dazu kommt es auch vor, dass die kleinen Astgebilde auf längeren Strecken vollständig fehlen. Und es können sogar auf solchen Strecken von der Mitte einer Zelle seitlich zwei opponirte Aeste abgehen, die wieder streckenweise ohne Astgebilde sind. Vollständig jedoch fehlen sie niemals.

Die Membran der liegenden Fäden zeigt vielfach in meinen Präparaten eine schöne Längsstreifung. Nicht minder regelmässig sind die aufsteigenden Aeste inserirt. Sie entspringen nämlich ausnahmslos ebenfalls in der Zellmitte auf dem Fadenrücken, und steigen

---

1) Vergl. Karsten in Ann. Jard. Buitenzorg X.

senkrecht nach oben. Von den kriechenden Fäden sind sie merklich verschieden. Ihre Dicke beträgt im untern Theile blos 8 μ, sie verschmälern sich allmählich im Verlaufe bis zur 4 μ dünnen, konisch zugespitzten Endzelle. Ihre Zellen sind vollständig cylindrisch und 3—5 Mal so lang als breit. Selten erreichen sie eine Länge, welche einen Millimeter übersteigt, meist bleiben sie darunter. Die grösseren von ihnen sind gewöhnlich verzweigt (die kleineren nie) und tragen ein bis drei kleine, zerstreut stehende und senkrecht abstehende Zweigchen, welche, wenn sie steril sind, sich ebenfalls nach der Spitze zu verschmälern und an der Basis die Breite des Mutterfadens besitzen. In den meisten Fällen jedoch sind sie fertil und dann von sehr abweichendem und charakteristischem Bau, wesshalb ich sie der Kürze halber Sporangienäste benennen will (Fig. *B*, 2). Ihre Zellen sind gleich von Anfang an auffallend breit gegen die des aufsteigenden Fadens an der Verzweigungsstelle. Weiterhin nimmt die Breite noch zu, sie werden unregelmässig aufgeblasen, häufig geschieht dieses schon von der ersten Zweigzelle an. Der äussersten, stets schlankeren Zelle sitzt dann das Sporangium seitlich an, welches immer oval und klein ist, ca. 14 μ lang und 12 μ breit.

Vielfach sind die Sporenäste selbst wieder verzweigt. Die Zweigchen sind dann senkrecht abstehend und gleichen in jeder Hinsicht dem Aste selbst, wie auch die an ihrer Endzelle befindliche Spore. Auch an den Enden aufsteigender Fäden selbst findet man solche. Solche Fäden sind dann stets sehr klein, verschmälern sich nie gegen die Spitze zu, und haben oft im ganzen Verlauf, oft bloss gegen dem Ende zu, die Beschaffenheit der Sporenäste (Fig. *B*, 3). Sitzende Sporen fehlten vollständig.

Zweifellos steht unsere Alge der Trentep. diffusa De Wildem. sehr nahe. Wenn ich sie trotzdem v o r l ä u f i g als besondere Species ansehe, so geschieht dieses ein Mal weil die Figur, welche H a r i o t l. c. pag. 51 von Tr. diffusa gibt, absolut nicht zu unserer Alge passt, und zweitens, weil sich nach den Diagnosen D e W i l d e m a n n's (in De Toni: Sylloge Algarum I pag. 240) und H a r i o t's (l. c. pag. 51) Unterschiede sowohl im sterilen als fertilen Zustande ergeben. Die Zellen der sterilen aufsteigenden Fäden nämlich sind d o r t b l o s s 1—2 M a l s o l a n g a l s b r e i t, bei u n s e r e r A l g e s i n d s i e s t e t s l ä n g e r (2—5 Mal). Hier sind die aufsteigenden Fäden o f f e n b a r a u c h v i e l r e i c h e r v e r z w e i g t und, wie mir scheinen will, merklich grösser. Ob die Grundfäden von Tr. diffusa De Wild. die charakteristischen Seitenästchen zeigen, wie sie oben beschrieben und abgebildet sind, muss ich nach der Abbildung H a r i o t's sehr bezweifeln, jedenfalls sind sie nicht längsgestreift. Wenn diese Figur eine gute ist, so ist der sterile Zustand beider Algen sehr verschieden.

Im fertilen Zustande fehlen bei Tr. pinnata die den Grundfäden aufsitzenden Zoosporangien vollständig, und ebenso diejenigen, welche seitlich den aufsteigenden Fäden ansitzen. An ihre Stelle treten die charakteristischen, breiten und meist verzweigten Sporenäste, welche hingegen bei Tr. diffusa nicht vorhanden sind.

Trentepohlia cyanea Karsten, Fig. *B*, 4—9.

Nr. 530 des Herbars; Sattelberg bei Finschhafen, 970 m; primärer Wald; 24. Juli 1890.

Unsere Alge gehört ebenfalls zur Section Heterothallus Hariot, wie wohl die meisten epiphyllen Trentepohlien (vergl. pag. 319). Der kriechende Theil des Thallus besteht aus verzweigten, unregelmässig auf dem Substrat hinkriechenden Fäden, welche jedoch nie zu einem geschlossenen, flächenförmigen Thallus verwachsen, so dicht sie auch neben und über einander hinlaufen. Sie sind unregelmässig verzweigt, und oft einfach gebogen. Die Zweige sind meist dünner als der Hauptfaden (6 μ dick), und können wieder verzweigt sein. Die Dicke des Hauptfadens beträgt gewöhnlich 8 μ. Dieselben verlaufen oft gerade und zwar meist dann zu mehreren parallel neben einander, in grösserem Abstand, welcher durch das Gewirr der Aeste ausgefüllt ist (Fig. *B*, 4). Seltener sind sie auch gebogen und treten dann aus dem unregelmässigen Gewebe, welches sie mit ihren Zweigen bilden, weniger hervor. An solchen Stellen zeigt, wie mir scheint, der liegende Thallus oft die Neigung, geschlossene Flächen zu bilden, indem hier dann und wann Stellchen mit dicht parenchymatisch neben einander liegenden Zellen auftreten[1]) (Fig. *C*, 12).

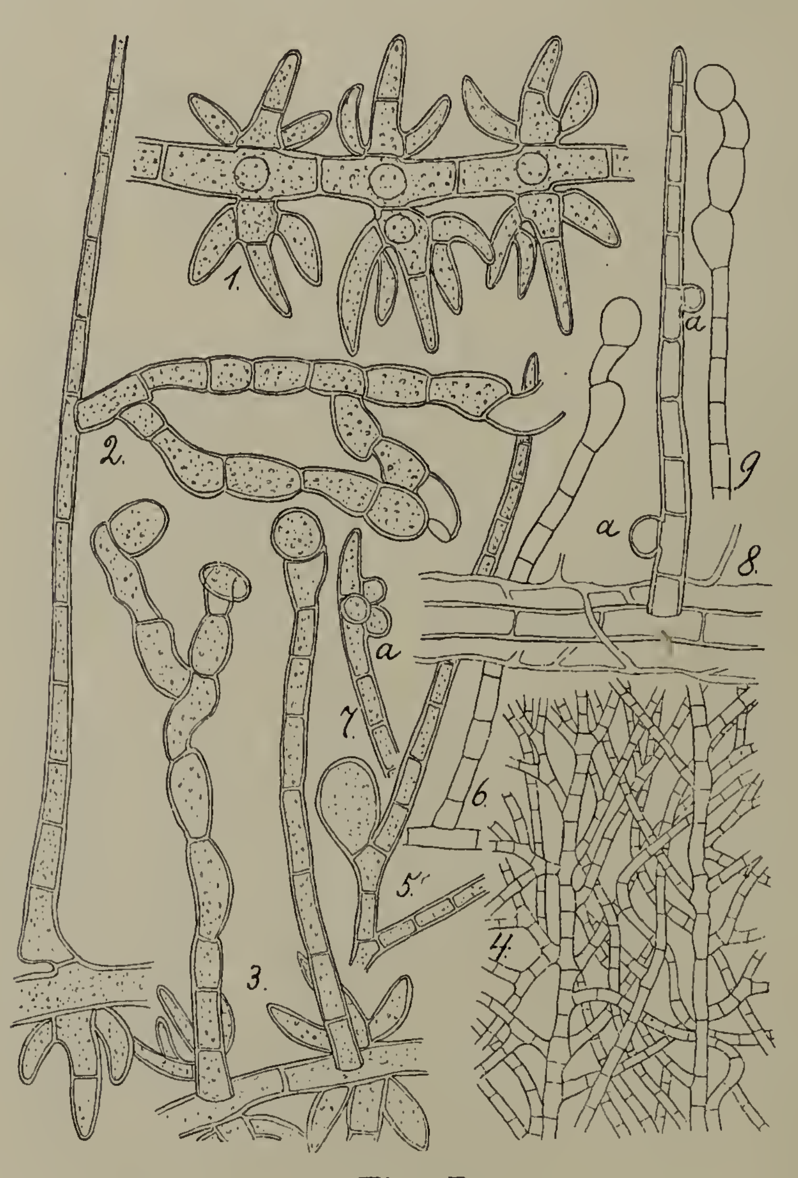


Fig. *B*

Diese Neigung zeigt sich auch darin, dass die einzelnen Fäden Gallertmäntel absondern und dadurch miteinander verschmolzen sind. Ich glaube in der That berechtigt zu sein, die Scheiden, welche man leicht beobachten kann, als Gallertmäntel anzusehen, und nicht wie oben bei Trentepohlia dialepta Hariot als ein Geflecht feiner Pilzhyphen (Fig. *B*, 8). Sie sind oft weit, oft nur schmal, fehlen

1) Der liegende Theil des Thallus ist von dem äusserst dichten Wald der aufsteigenden Härchen vollständig verdeckt. Um seine Struktur zu erkennen, löste ich kleine Stückchen des Thallus vom Blatte los (sie lösen sich sehr leicht), und brachte sie umgekehrt auf den Objectträger, so dass sie auf dem Wald der Härchen auflagen und die untere, aufgewachsene Seite nach oben kehrten.

jedoch nie, haben immer einen welligen Umriss (soweit sie nicht mit denjenigen der Nachbarfäden verschmolzen sind), und zeigen keine besondere Struktur. Bei Anwendung homogener Immersionen kann man wohl feine Fäden, Pilzhyphen, in und an demselben wahrnehmen. Doch sind diese deutlich von der Masse des Mantels verschieden, und man erkennt leicht, wie sie gerade meist auf der Oberfläche des Mantels hinspinnen (Fig. *B*, 8), seltener in denselben hineindringen, ihn durchsetzen, oder sich von ihm in Form feiner Fäden erheben. Seine physiologische Bedeutung besteht wohl wie auch anderwärts darin, die Alge vor zu rascher Verdunstung des Nährwassers zu schützen, ähnlich wie dieses auch die aufsteigenden Haare thun.[1])

Die Zellen des liegenden Thallus sind meist cylindrisch und an den Enden nicht verschmälert. Meist sind sie ziemlich kurz und höchstens $1^1/_2$—2 Mal länger als breit. Doch sind sie im Allgemeinen sehr variabel, oft vielfach hin- und hergebogen, oft kürzer als breit und oft speciell an den geraden Hauptfäden übertrifft die Länge die Zellbreite um das Dreifache. Ihre Membran ist im Verhältniss zur Kleinheit der Zellen gut entwickelt.

Reichlich steigen vom liegenden Thallus Fäden nach aufwärts, dieselben gehen immer mitten vom Rücken der Tragzelle gerade und senkrecht nach oben. Ihre Zellen sind cylindrisch, an den Enden nicht verschmälert, und höchstens 1—2 Mal so lang als breit. Die fertilen Fäden sind im Allgemeinen von den sterilen etwas verschieden.

Die letzteren (Fig. *B*, 8) sind höchstens 200 μ lang, meist sogar bloss 60—100 μ, an der Basis 6—7 μ dick und gegen das Ende zu bis auf 3 μ verschmälert. Selten nur sind sie verzweigt (dichotom) und können seitliche Sporangien tragen (nur ein Mal wurde jedoch ein solches gesehen), welche dem Faden direct aufsitzen, 40 μ lang und 24 μ breit sind (Fig. *B*, 5).

Die fertilen Zweige (Fig. *B*, 6 u. 9) sind meist etwas dicker (meist 8 μ breit), und oft auch etwas länger, jedoch nicht über $^1/_2$ mm; meist sind sie nicht länger als die sterilen, und vielfach wurden auch solche gesehen, welche, wie die letzteren, auch nur 5—6 μ dick waren. Sie verschmälern sich jedoch nach aufwärts nicht merklich, verbreitern sich sogar vielfach, und tragen hier einige aufgeblasene Zellen, auf welche eine lange, gebogene Fusszelle folgt, welcher endlich das endständige, länglich runde, 12—14 μ lange und 10—12 μ breite Sporangium aufsitzt. Stärkere fertile Fäden können auch wieder ein Mal verzweigt sein und am Zweigende eben solche Sporangien tragen. Auch im Verlaufe solcher Fäden selbst wurden einige Male aufgeblasene Zellen gefunden, ob diese jedoch Sporangien darstellen, bezweifle ich.

Merkwürdig sind die kleinen, runden, höchstens 4 μ grossen Zellchen, welche seitlich aus sterilen Fäden hervorsprossen, und die

---

1) Karsten, Untersuchungen über die Familie der Chroolepideen: Ann. de Buitenzorg Bd. X, 1891.

man häufig findet (Fig. *B*, 7 u. 8 bei *a*). Sie sind oft einzeln, oft in grösserer Zahl bei einander und sind wohl denjenigen Zellen gleichzusetzen, welche Karsten[1]) bei Chroolepus amboinensis beobachtet hat. Freilich sind unsere Zellen nicht wie diese von vornherein mit einer dicken, geschichteten Gallertmembran umgeben; erst später, wenn sie abgefallen sind und zwischen den Fäden des kriechenden Thallus sich zu unregelmässig geformten Häufchen fest verbundener Zellen vermehrt haben, tritt eine solche auf. Karsten lässt es unentschieden, ob seine Zellen Dauerzellen oder verkümmerte Sporangien darstellen. Nach dem Gesagten wären sie wohl als Dauerzellen aufzufassen, welche einen palmellaartigen Zustand einleiten.

Die Alge bildet auf Blätter bis 2 dm grosse, rundliche Räschen von sammetartigem Aussehen und gelbgrüner Farbe im trockenen und feuchten Herbarzustande. Die sterilen Fäden haben mit Trentep. cyanea Karsten Aehnlichkeit, Endsporangien fehlen jedoch bei dieser Alge vollständig. Auch hat sie eine sehr feine Membran, unverzweigt aufsteigende Fädchen und keinen Gallertmantel um die Grundfäden. Die Zellen des liegenden Thallus sind ausserdem bei Tr. cyanea Karsten häufig torulös, wenigstens in in der Abbildung, welche Karsten l. c. von dieser Alge gegeben hat. Eine Identität ist jedoch trotz allen diesen Unterschieden nicht ausgeschlossen. Leider gibt Karsten keine Maasse an, so dass man sich ein sicheres Urtheil bilden könnte.[2])

Trentepohlia Leprieurii Hariot.

Nr. 528 b im Herbar; Butaueng; primärer Wald, Mai 90.

Ich fand diese interessante Pflanze in einem einzigen Exemplare unter Tr. dialepta Har. Sie zeigte dieselben charakteristischen Biegungen der Fäden, die Seitenzellen waren auch hier meist nicht vom Stamme durch eine Querwand abgetrennt. Die Zellbreite ist dieselbe, die Zelllänge viel unregelmässiger und meist grösser. Aufsteigende Aeste und Sporangien fehlten vollständig.

Phycopeltis Treubii Karsten und Trentepohlia minima n. sp.

Ph. Treubii, eine Alge, von welcher ich durch die Güte von Herrn Dr. G. Karsten Originalexemplare besitze, kommt in unserem Materiale in zwei deutlich verschiedenen Varietäten vor, welche man beim ersten Anblick als verschiedene Species auffassen möchte.

a) Die kleine, genuine Varietät (Fig. *C*, 6—11). Herbar: Nr. 780; Ibékippo bei Bonga, Stationskap, prim. Wald; 26. Aug. 90; und Nr. 1042 h, Wald am Gogol Mittellauf, 26. Nov. 90.

---

1) Karsten, l. c. pag. 23, Tab. IV, Fig. 5. u. 6.

2) Seitdem habe ich mich von der Identität überzeugen können, da Karsten auf meine Bitte mir ein Präparat seiner Alge in liebenswürdigster Weise zusandte. Endsporangien fehlen zwar bei seiner Alge, doch ist weiter kein wesentlicher Unterschied vorhanden.

Auf sie bezieht sich fast ausschliesslich die Beschreibung und Abbildung K a r s t e n s.[1]) Sie bildet stets mikroskopisch kleine, oder bloss 1—2 mm grosse unregelmässig gelappte Scheibchen, meist in grosser Zahl beisammen liegend. Ihre Zellen sind 4—8 μ breit und höchstens $1^1/_2$, selten 2 Mal so lang. Die Zellreihen sind reich verzweigt und stark divergirend, die Scheiben reichlich mit meist endständigen Kugelsporangien bedeckt, die theils in der Ebene des Thallus liegen, theils ähnlich wie bei Ph. maritima Karsten durch die seitlich unter sie hineinwachsenden Seitenzellen etwas in die Höhe gedrängt sind (Fig. *C*, 10). Die aufsteigenden Fäden bestehen meist aus 2—7 kurzen, 8—12 μ breiten und langen vegetativen Zellen. Auf sie folgt je eine Halszelle mit ihrem endständigen Sporangium.[2])

b) D i e g r ö s s e r e V a r i e t ä t var. e x p a n s a nob. (Fig. *C*, 1—5). Nr. 487 b Sattelberg bei Finschhafen, 970 m; primärer Wald, 24. Juli 1890; Nr. 1067 und 1069; primärer Wald bei Butaueng, 18. Jan. 1891, No. 1587 a u. b; primärer Wald am Gogol-Oberlauf, 24. Nov. 90.

Die Scheiben dieser Pflanze, welche K a r s t e n nur zwei Mal (pag. 17 u. 19) vorübergehend erwähnt, erreichen eine Grösse von 2—3 cm. Sie sind kreisförmig oder elliptisch mit ganzrandigem Umriss. Ihre stets rechteckigen Zellen sind 8—12 μ breit und 2—3 Mal so lang. Die Zellenreihen sind wenig verzweigt und laufen fast parallel. Dieser Verlauf und die grossen rechteckigen Zellen bedingen einen sehr veränderten Habitus. Kugelsporangien fehlen fast vollständig, und nur in Nr. 487 b sah ich ein Mal solche. Die aufsteigenden Fäden bestehen nur aus einer (selten zwei) vegetativen Zellen, welchen eine bis drei flaschenförmige Halszellen mit je einem endständigen Sporangium aufsitzen.

Man sieht, d i e U n t e r s c h i e d e s i n d z a h l r e i c h u n d w e s e n t l i c h; u n d z u d e m k o m m e n b e i d e F o r m e n n i e m i t e i n a n d e r v e r m e n g t v o r, weder in meinem Materiale noch in dem von K a r s t e n, wo die genuine Varietät sich an Blättern vom Buitenzorger Garten befindet, die andern nur an solchen von Amboina. Auch dort sitzen der vegetativen Fadenzelle eine oder zwei Hackensporangien auf, wenn auch viel seltener als bei mir, wo dies fast Regel ist. K a r s t e n scheint dies übersehen zu haben.[3])

---

1) K a r s t e n l. c. pag. 16 Tab. 1—5.

2) Ob Halszellen immer vorhanden sind, ist mir sehr zweifelhaft, seitdem ich die auf Fig. *C*, 7 u. 8 gezeichneten Zustände gesehen. Mir scheinen hier je eine, resp. je zwei (Fig. 8) endständige Sporangien direct dem Faden aufzusitzen, welche sich (Fig. 7) ebenfalls an der Spitze öffnen. Freilich können diese Zellen auch als Halszellen gedeutet werden, aus welchen die Endsporen entstanden wären. Dann kämen (Fig. 8) auch bei dieser Varietät, wie bei der folgenden, zweiköpfige Hackensporangien, wenn auch nur äusserst selten, vor.

3) Einmal sah ich auch eine dickhäutige grössere Zelle, welche direct der ersten Vegetationszelle des aufsteigenden Fadens aufsass, Fig. *C*, 3. Ich lasse es dahingestellt, ob sie ein Sporangium oder eine Halszelle vorstellt.

Auch in dem Bau der Scheibenzellen ist ein kleiner Unterschied zwischen Karsten's und meinen Exemplaren. Abgesehen davon, dass sie hier etwas breiter und kürzer sind als bei Karsten, zeigen die Querwände häufig eine mehr oder weniger deutliche Tüpfelung, wie dies bei Trentepohlia regelmässig der Fall ist. Am Amboina-Material und an der gemeinen Form konnte ich sie nie bemerken. Unsere Pflanze ist dadurch vor allen Phycopeltis- und Cephaleuros-Arten ausgezeichnet.[1])

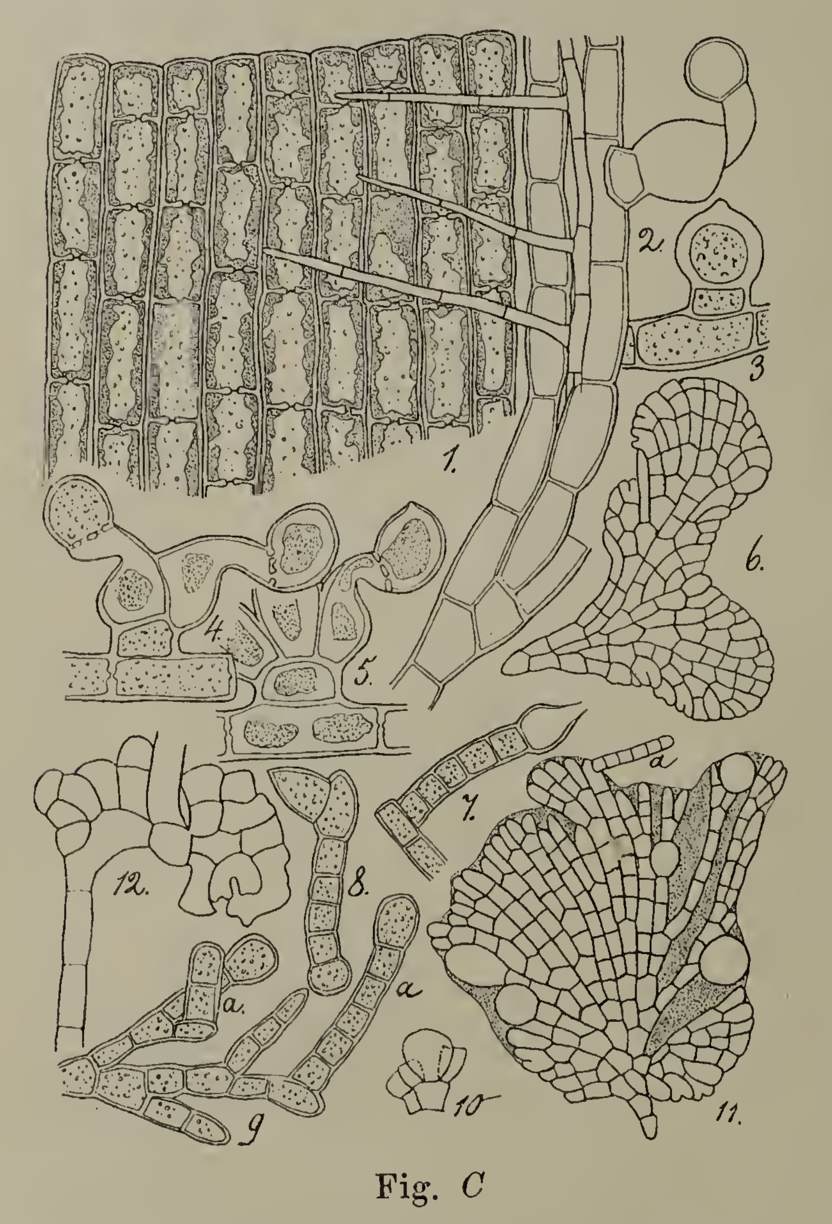


Fig. C

Und trotzdem kann ich sie nicht als besondere Species ansehen. In der Scheiben- und Zellgrösse sind Uebergänge vorhanden, der gerade Fadenverlauf ist auch an grossen Exemplaren häufig unterbrochen, und stets wird dann die Zellgestalt kleiner und gleicht derjenigen der ersten Varietät. Die Tüpfelung verschwindet dann hier ebenfalls. Die Häufigkeit der Kugelsporangien ist sehr relativ. Auch bei der gemeinen Form haben die aufsteigenden Fäden oft nur eine vegetative Zelle (vgl. Karsten, Tab. III, Fig. 2), und die Mehrzahl von Hackensporangien auf einem Faden scheint auch dort vorzukommen. Man ist wohl berechtigt anzunehmen, dass auch die Phycopeltisarten, wie diejenigen der verwandten Trentepohlia, einen grossen Variationskreis besitzen.[2])

Noch eine weitere Eigenschaft besitzen die Exemplare der zweiten Varietät, deren Feststellung mir viele Mühe machte. Sie scheinen nämlich behaart zu sein. Die Haare sind scheinbar farblos, gegen das Ende zu verschmälert und zugespitzt. Oft stehen sie in Büschel beisammen, oft bilden sie einen gleichmässig vertheilten Bestand, oft scheinen sie gänzlich zu fehlen. Sie sind deutlich doppelten

1) Vergl. Karsten, pag. 31.

2) Hierher gehört, wie mir scheint, auch Phyc. expansa Jennings in Proceedings Irish Acad. 1893, pag. 757, welches in New-Zealand gefunden wurde, und sich nur durch die gelbe Farbe des Zellinhaltes unterscheidet.

Ursprungs, die einen mit braunschwarzer Zellhaut und meistens büschelig bei einander stehend, stellen zweifellos einen Pilz dar. Bei Druck lösen sie sich mit der etwas verbreiterten Ansatzstelle glatt von der unverletzten Zellhaut unserer Alge los.

Die andern sind scheinbar farblos, spitzen sich mehr zu und tragen deutliche Scheidewände. Sie machen bei ihrer Feinheit auch den Eindruck eines Pilzes. Dieser Eindruck wird noch verstärkt, wenn man die Alge zerdrückt und nun bemerkt, dass sie von dünnen, ebenfalls farblosen und septirten Zellfäden ausgehen, welche in den Vertiefungen zwischen je zwei Zellreihen der Phycopeltis hinkriechen und bei der unverletzten Alge ihrer Farblosigkeit und Kleinheit wegen vollständig übersehen werden (Fig. *C*, 2). Bei Anwendung von Haematoxylin wird in dem Zellinnern protoplasmatischer Inhalt sichtbar, und in diesem Zustand scheinen die Fäden eher einer Alge als einem Pilz anzugehören. Ich gab mir desshalb vorerst Mühe, einen eventuellen Zusammenhang dieser kriechenden Fädchen und ihrer Haare mit der Phycopeltis nachzuweisen.

Es gelang mir jedoch nie, so viel Material ich auch verbrauchte. Dagegen machte ich die Bemerkung, dass diese Fäden oft auf weite Strecken hin auf einer Phycopeltis-Scheibe fehlten, dass sie in Nr. 1587 viel spärlicher vorhanden waren selbst bei den grössten Scheiben als in Nr. 1067 und zuletzt, dass sie in Nr. 487 b bei derselben Alge gänzlich fehlten, obwohl auch hier vollständig ausgebildete Phycopeltisscheiben vorlagen. Ich kam zur Ueberzeugung, diese Fäden mit ihren Haaren stellen eine selbständige Pflanze dar.

Zugleich lernte ich ihre Natur allmählich kennen. Die kriechenden Fädchen sind meist gerade, 2–5 μ dick, ihre Zellen cylindrisch und 3—5 Mal so lang als breit. Sie verlaufen regelmässig in den Rillen zweier Zellreihen von Phycopeltis und sind nur selten und dann meistens dichotom verzweigt (Fig. *D*, 7 pag. 22). So bilden sie ein weitmaschiges Netz, dann und wann geht vom geraden Hauptfaden ein dünnerer, vielfach hin- und hergebogener Zweig ab (Fig. *D*, 9). Ueberall gehen viele Haare senkrecht in die Höhe. Diese sind nur 50—90 μ (selten 120 μ) lang, unverzweigt, und nur ein Mal sah ich drei kleine Zweigchen senkrecht und einseitig abgehen. Unten so dick wie der Grundfaden, verschmälern sie sich stetig in das zugespitzte Ende. Ihre Zellen sind cylindrisch, kürzer als die des kriechenden Theils und höchstens zwei Mal so lang als breit.

An den kriechenden Fäden bemerkte ich zuerst vereinzelt, zuletzt ziemlich häufig kugelförmige Zellen mit dicker Zellhaut und einem Durchmesser von 10—14 μ, welche direct der Oberseite des Fadens angewachsen waren (Fig. *D*, 1 u. 4). Auch am Grunde eines aufsteigenden Fadens sah ich ein Mal eine solche Zelle (Fig. *D*, 10). Und endlich beobachtete ich einen kriechenden Faden, von welchem neben gewöhnlichen Haaren drei andere senkrecht aufstiegen, die sich nicht verschmälerten, sondern oben eine Reihe bauchiger Zellen abwechselnd mit gewöhnlichen trugen (Fig. *D*, 6 u. 8). Der eine von ihnen endete oben in ein unentwickeltes Sporangium, die beiden

andern in leere Halszellen, und neben dem einen lag noch das freilich sehr deformirte Sporangium. Kein Zweifel also, auch diese Pflanze ist eine Chroolepide, eine Trentepohlia.

Ich suchte nun doppelt nach dem Zusammenhang mit Phycopeltis Treubii. Ich fand ihn nicht. Die Alge ist selbständig, die feinen Fäden sind ein Heterothallus, welcher sich schon durch das kriechende Lager und die Kleinheit der Fäden leicht von den bekannten unterscheidet. Ich nenne sie *Trentepohlia minima*.

In vieler Hinsicht scheint mir dies Zusammenleben der beiden Algen bemerkenswerth. Durch die scheinbare Haarbekleidung nähern sich unsere Exemplare von Phycopeltis Treubii Karsten merkwürdig einer Cephaleuros-Art, für welche ja solche Haare charakteristisch sind. Und sie neigt auch sonst schon zu dieser Gattung. Sie hat z. B. wie diese mehrere Hackensporangien auf einer Tragzelle, und Karsten[1]) zählt die Ein- und Mehrköpfigkeit dieser Gebilde unter die auffälligen Trennungsmerkmale von Phycopeltis und Cephaleuros. Sollten unsere Alge und ihre Haarbekleidung also nicht zusammengehören und eine Cephaleuros-Art darstellen?

Dies ist unmöglich. Denn selbst wenn man von der Unmöglichkeit, den Zusammenhang nachzuweisen, absieht, welch wunderbare Cephaleuros-Art hätten wir da vor uns. Nach Karsten[2]) erscheinen die Haare bei dieser Gattung immer als Endigungen einer kriechenden Zellreihe, welche ihre Wachsthumsrichtung änderte. Das ist hier nie der Fall. Die Haare erheben sich stets mitten vom Rücken einer Fadenzelle, die Fadenenden dagegen sind haarlos. Unsere Haarbekleidung ist also gar nicht mit derjenigen einer Cephaleuros zu vergleichen. Ferner fehlen unserer Alge die für jene Gattung so charakteristischen Rhizoiden, welche in das Blattgewebe eindringen, und die Mehrschichtigkeit des Thallus; und was wäre sie für eine merkwürdige Cephaleuros, eine Art mit zwei verschiedenen Fadenformen, einer dicken, welche eine geschlossene Zellfläche bildet, und einer dünnen, welche aus einem darüber geworfenen, lockeren Netze besteht und welche Haare in die Höhe sendet, eine Art, mit fünf verschiedenen Sporangienformen, von welchen zwei nur bei der dicken und drei nur bei der dünnen Fadenform vorkommen, eine Art, die mit keiner der andern auch nur eine entfernte Aehnlichkeit hat. Alle diese Merkwürdigkeiten fallen mit Annahme eines Zusammenlebens zweier Arten augenblicklich weg.

Zudem ist es leicht, die Rolle anzugeben, welche jeder Art zukommt. Die Zellrillen der Phycopeltis geben dem lockeren Netze der Trentepohlia den nöthigen Halt und der dichte, aufsteigende Haarwald der letzteren ist, wie dieses Karsten für die Haare der Gattung Cephaleuros auseinandergesetzt hat, für die Phycopeltis der Lieferant des Nährwassers, indem er die auffallenden Regentropfen zurückhält.

---

1) Karsten l. c. pag. 25 und 62.
2) Karsten l. c. pag. 25.

Einige Bemerkungen über die Section Heterothallus Hariot der Gattung Trentepohlia Mart.

Von epiphyllen Trentepohlien sind bis jetzt folgende Arten bekannt geworden.

1. Tr. arborum De Wildem.; nach De Wildemann: Notes sur quelq. éspèces de Tr., pag. 14 u. ff.
2. Tr. Pittieri De Wildem.; nach De Wildemann: l. c. pag. 25 u. ff.
3. Tr. dialepta Nylander; nach Hariot: Notes etc. pag. 387.
4. Tr. lagenifera Hildebr.; nach Hariot l. c. pag. 393.
5. Tr. fusco-atra (Zeller) De Toni; nach De Toni: Sylloga Algarum I, pag. 240.
6. Tr. spec. Reinsch; nach De Toni: l. c. pag. 247.
7. Tr. calamicola (Zeller) De Toni; nach De Toni: l. c. pag. 241.
8. Tr. muscicola Reinsch; nach De Toni: l. c. pag. 248.
9. Tr. Kurtzii Zeller; nach Hariot: l. c. pag. 87.
10. Tr. diffusa De Wild.; nach Hariot: l. c. pag. 51.
11. Tr. depressa Müller; nach Hariot: l. c. pag. 52.
12. Tr. Leprieuri Hariot; nach Hariot: l. c. pag. 53.
13. Tr. cyanea Karsten; nach Karsten: l. c. pag. 14.
14. Tr. ellipsospora nob.
15. Tr. pinnata nob.
16. Tr. cyanea Karsten.
17. Tr. minima nob.
18. Tr. Dusenii Hariot; nach Nordst. et Wittr.: Algae exsiccatae No. 1063.

Von diesen müssen wir nach Hariot l. c. pag. 91 No. 5 als nicht zur Species gehörig ausschliessen. Ebenso kann über die Stellung von No. 6, 7 und 8 der unvollständigen Diagnosen wegen nichts ausgesagt werden. Wenn wir desshalb diese vier Species nicht berücksichtigen, so ergibt sich die bemerkenswerthe Thatsache, dass von den übrigen 14 Arten nur 4 zur Section Eu-Trentepohlia Hariot gehören, 9 jedoch zur Section Heterothallus Hariot, während die Stellung einer (Tr. Kurzii Zeller) unbestimmt bleibt. Dabei sind von den 4 Arten der Section Eu-Trentepohlia 3 sicher nicht zu den eigentlichen Blattalgen zu rechnen, da sie auch an Rinde etc. gefunden werden und meistens nur am Blattrande, nicht auf der Blattfläche zu finden sind, nämlich Tr. arborum De Wild., Tr. lagenifera Hildebr. und Tr. dialepta Nyl., welches ich in meinem Neu-Guinea-Materiale theils an Zweigen, theils an Blättern gefunden habe. Man darf also voraussetzen, dass dieses vielleicht auch bei Tr. Pittieri der Fall sein wird, dann sind sämmtliche sicher bestimmte stets blattbewohnende Trentepohlien Heterothallusarten, wie auch umgekehrt sämmtliche Heterothallusarten bis auf eine einzige Blattbewohner sind.[1])

Tr. Kurzii Zeller ist dabei nicht berücksichtigt, da seine Zugehörigkeit zu der einen oder andern Section unsicher ist. Hariot l. c.

1) Ich bemerke ausdrücklich, dass ich stets die auf der Blattfläche, nicht z. B. am Blattrande vegetirenden Arten im Auge habe.

pag. 88, welcher Originalexemplare gesehen hat, ist geneigt, dieselbe zu Heterothallus zu stellen, De Wildemann l. c. pag. 20 vereinigt es mit Tr. arborum, so dass es zu Eu-Trentepohlia zu stehen käme. Das Fehlen oder Vorhandensein kriechender Fäden scheint ihm nämlich ein unsicheres Merkmal, da er bei Tr. arborum, einer sicheren Art von Eu-Trentepohlia, kriechende Fäden constatirt hat: „Le caractère, sur lequel M. Hariot a basé la formation de son genre Heterothallus, c'est à dire la présence des filaments couchés, rampants à la surface du substratum doit me semble-t-il être employé avec prudence.“ 1)

Ich muss die Bemerkung Wildemann's bestätigen, denn auch ich habe bei Tr. arborum sowohl, als bei Tr. dialepta kriechende Fäden beobachtet. Trotzdem glaube ich, dass die Section Heterothallus eine sehr gute und natürliche ist, nur muss sie etwas anders präcisirt werden.

Hariot l. c. pag. 51 definirt sie folgendermaassen: „Les filaments primaires se ramifient dans un seul plan et forment une rosette orbiculaire“ und pag. 178: Fila primaria regulariter e puncto centrali radiantia, und im Gesensatz dazu die Section Eu-Trentepohlia: Fila primaria inordinata, implicata. Er selbst hält sich jedoch nicht genau an diese Bestimmungen, denn sonst könnte er Tr. cyanea Karsten, Tr. Dusenii Hariot und Tr. diffusa De Wild. nicht zur Section Heterothallus rechnen, da ihre „fila primaira non e centro radiantia“ sind, sondern theils wie bei Eu-Trentepohlia „implicata et inordinata“, theils „e filo cylindro orta“. Ich definire desshalb beide Sectionen, wohl im Sinne Hariot's folgendermaassen:

1. *Section Eu-Trentepohlia Hariot.* Der Thallus besteht entweder nur aus einer Fadenart, oder aus zwei, einer kriechenden und einer steigenden. Der kriechende Theil tritt jedoch gegen den wohlverzweigten, aus meist langen und dicken Fäden bestehenden aufsteigenden Theil so zurück, dass er erst bei einigem Suchen in die Augen fällt; er trägt nie Sporangien. Der makroskopische Anblick besteht aus grösseren oder kleineren Räschen, wolltuchartigen Polstern, krustenartigen oder pulverigen Ueberzügen. Vorzüglich Rinden, Stein- und Erdbewohner.
2. *Section Heterothallus Hariot.* Der Thallus besteht aus zwei gleichentwickelten Theilen; der kriechende Theil aus einem mehr oder weniger lockeren und regulären Gewebe horizontal wachsender Fäden, welchen oft direct Sporangien aufsitzen; der aufsteigende aus un- oder schwachverzweigten, kurzen, dünnen, nach oben verschmälerten, nicht torulösen Haarfäden. Der makroskopische Anblick ergiebt demnach kleine, horizontal ausgebreitete, mehr oder weniger runde Flecken von sammtartigem Glanze. Fast auschliesslich Blattbewohner.

1) De Wildemann, l. c. p. 20.

Im Folgenden gebe ich eine vergleichende Tabelle der von mir zu dieser Unterabtheilung gerechneten Arten.

I. Der liegende Thallus besteht aus radial von einem Centrum ausgehenden, dichotom getheilten Fäden:
   a) Er bildet eine aus geraden Fäden bestehende, fast geschlossene Scheibe 1. Tr. depressa Müller.
   b) Er besteht aus sich krümmenden, unregelmässig verlaufenden und locker angeordneten Fäden
      2. Tr. Leprieurii Hariot.

II. Seine Fäden gehen von einem geraden, cylindrischen Faden aus und sind fast immer gegenständig verzweigt:
   a) Die Zellen der aufsteigenden Fäden sind ein bis zwei Mal länger als breit. Die Zoosporangien sitzen theils an kriechenden Fäden, theils den aufsteigenden direct an, theils sind sie auf Fusszellen an der Spitze der aufsteigenden Fäden.
      3. Tr. diffusa De Wild.
   b) Die Zellen der aufsteigenden Fäden sind 2—5 Mal so lang als breit. Sitzende Sporangien fehlen vollständig. Sie sind meist endständig auf besonders gestalteten, dickeren Seitenästchen der aufsteigenden Fäden, seltener an der Spitze derselben, jedenfalls immer auf besonderen Fusszellen.
      4. Tr. pinnata nob.

III. Die kriechenden Fäden sind unregelmässig verzweigt, oft dichotom, oft opponirt, oft einseitig. Ihr Verlauf ist ebenfalls ein regelloser, seltener laufen grössere Fäden parallel, durchflochten von unregelmässig sie durchkreuzenden Seitenzweigen.
   A. Den Grundfäden sitzen direct oder nur mit Einschiebung einer Zelle Sporangien auf.
      a) Ihre Zellen sind sehr dünn (3—5 μ breit) und cylindrisch, die aufsteigenden Fäden sehr kurz (50—90 μ).
         α) Sie bilden ein sehr locker geflochtenes Netz, sind selten (meist dichotom) verzweigt und verlaufen zwischen den Zellreihen einer Phycopeltisart. Die aufsteigenden Fäden sind kurz (50—90 μ lang) zugespitzt, fast nie verzweigt, die Sporen sitzen den Grundfäden unmittelbar auf, ausserdem auch seitlich an den Grundzellen der aufsteigenden Fäden; oder sie sind endständig auf besonderen Fusszellen. Ihre Gestalt ist rund.
            5. Tr. minima nob.
         β) Das Lager ist unregelmässig gebaut, oft durch viele, kurze und gekrümmte Zweigchen fast geschlossen, oft auf weite Strecken durch einzelne, unverzweigte Fäden gebildet. Die Sporen sitzen den Grundfäden mit Einschiebung einer oder zwei Zellen auf, sehr selten an der Seite

aufsteigender Fäden. Endsporangien fehlen. Ihre Gestalt ist lang-elliptisch.

6. Tr. ellipsicarpa nob.

b) Ihre Zellen sind dicker (6—8 μ), nicht cylindrisch, torulös. Die aufsteigenden Fäden sind länger (120—315 μ). Die Zoosporangen sitzen seitlich den Grundfäden und den aufsteigenden Fäden an, oder sind (selten) endständig. Ihre Gestalt ist rund.

7. Tr. effusa (Kremplh.) Hariot.[1])

B. Die Grundfäden tragen nie Sporangien. Endsporangien vorhanden, rundlich oder oval.

α) Die Zellen der Grundfäden sind vielfach torulös, ei- oder fassförmig, die aufsteigenden Fäden sind 6—8 μ breit, nach aufwärts nicht oder unbedeutend verschmälert. Die Sporangien end- oder seitenständig, sitzend, rund oder rundlich. 8. Tr. Dusenii Hariot.

β) Die Zellen der Grundfäden sind stets cylindrisch oder an den Enden nur unmerklich verschmälert, nie ei- oder fassförmig, die Fäden von Gallerte umhüllt, oft kleine parenchymatische Lager bildend. Die aufsteigenden Fäden sind aufwärts stark verschmälert und nur 5—7 μ dick. Die Sporangien seitlich oder endständig; die ersteren sitzend, elliptisch, die letzteren rundlich und auf Fusszellen.

9. Tr. cyanea Karsten.

Zu dieser Tabelle muss ich noch Folgendes bemerken:

Man wird vielleicht vermuthen, dass ich in derselben dem Fehlen oder Vorhandensein von Sporangien an den kriechenden Thallusfäden (ich nenne sie Grundsporangien) einen zu grossen Werth beigelegt habe (Abth. III, A u. B), da ja sonst bei den Trentepohlien die Lage der Sporangien sehr variabel ist; vergl. z. B. Deckenbach: Ueber den Polymorphismus der Luftalgen 1893. Ich glaube, dass dieses hier (für die Grundfäden) nicht zutrifft, denn ich habe ausnahmslos die Erfahrung gemacht, dass wenn eine Alge neben den Grundsporangien noch Seitensporangien und Endsporangien besitzt, z. B. Tr. minima (d. h. solche, die seitlich oder endständig den aufsteigenden Fäden mit oder ohne Fusszellen ansitzen), stets zuerst die Grundsporangien, dann die Seitensporangien und zuletzt erst die Endsporangien zur Entwickelung kommen, wie es dem Wachsthum der Fäden entspricht. Wenn also die ersteren fehlen und die beiden

---

1) Die Alge rechnet Hariot l. c. p. 387 unter dem Namen Tr. setifera Farlow zu der Section Eu-Trentepohlia, sie ist die einzige rindenbewohnende Heterothallusart.

andern oder auch nur eine Form derselben entwickelt sind, so darf man wohl schliessen, dass Grundsporangien überhaupt hier fehlen werden, während umgekehrt das Fehlen der Endsporangien höchstens durch lange Cultur oder öftere Beobachtung bewiesen werden kann; vergl. z. B. Tr. cyanea bei Karsten und bei mir. Dass aber Grundsporangien bei vielen Trentepohlien überhaupt fehlen, darf wohl als sicher gelten, da solche z. B. noch bei keiner Eutrentepohli-Art nachgewiesen werden konnten. Zieht man dagegen die Gattungen Phycopeltis und Cephaleuros in Betracht, so fehlen Grundsporangien hier niemals (Kugelsporangien nach Karsten). Da nun dem ganzen Bau nach Heterothallus zwischen beiden Genera steht, so scheint das Fehlen oder Vorhandensein der Grundsporangien bei den Heterothallusarten nicht unwesentlich zu sein, sondern unter anderem ein Maass dafür abzugeben, nach welcher Seite hin (Eutrentepohlia oder Phycopeltis) sich die betreffende Species neigt.

Scytonema tenuissima n. sp.

Nr. 47a an Holz, Nr. 487b, Nr. 530 und Nr. 1118 auf Blätter. Umgegend von Butaueng, Wald, 3. Mai 90; Sattelberg bei Finschhafen 970 m, prim. Wald, 24. Juli; Gogol-Oberlauf, prim. Wald, 28. Nov. 90.

Die Alge bildet blaue (selten blaugrüne oder grüne) niederliegende Gewebe und Ueberzüge auf Holz und Blätter. Die Fäden sind ziemlich parallel, wenig verworren, sehr dünn, bloss 5—6 μ dick (mit den Scheiden) und wenig verzweigt. Die Zweige gehen stets einzeln und meist unter rechtem Winkel ab. Die Scheiden sind dünn, hyalin und an der Aussenseite etwas rauh (von kohlensaurem Kalk?). Die Trichome sind 3—4 μ dick, blaugrün mit meist schwer sichtbaren Querwänden. Die Zellen sind ca. 8 μ lang, oder bloss so breit als lang. Grenzzellen sind äusserst selten, gelb, rechteckig mit abgerundeten Ecken oder rund, so lang als breit oder $1^1/_2$ Mal länger.

Auf Blätter bildet die Alge blaue Flecken von unregelmässiger Gestalt, die Fäden sind hier stets lichenisirt, die Scheiden infolge dessen dicker und unregelmässig begrenzt und die Querwände des torulösen Trichoms deutlich sichtbar. Auf Holz bildet sie grosse blaue Ueberzüge und war niemals lichenisirt.

Die Alge schliesst sich an Sc. varium Ktzg. an, von welchem es sich vorzüglich durch die dünneren Fäden, die feinen Scheiden und dem geraden Fadenverlauf unterscheidet. Von Sc. Hofmanni Ag. und Sc. ambignum Ktzg. ist es ausser der Feinheit der Fäden schon durch das seltene Vorkommen der Heterocysten und das filzige Lager verschieden.

Stigonema Lauterbachii n. sp., Fig. *D*, 4 u. 5.

Nr. 1118 des Herbars; primärer Wald am Gogol-Oberlauf; 28. Nov. 90.

Die Alge bildet niederliegende, auf der Blattoberfläche kriechende, wenigstens auf getrocknetem Herbarmateriale mit blossem Auge nicht wahrnehmbare Geflechte. Die Fäden sind nie aufsteigend, besitzen blaugrüne, meist viereckige, oder viereckigrunde, oder dreieckige, sehr kleine Zellen, welche in der farblosen Gallerte des Fadens liegen.

Es wurden zwei deutlich verschiedene Fadenformen bemerkt. Die erste hat ca. 8 μ dicke, reichverzweigte Fäden mit kurzen, meist senkrecht abstehenden uud oft wieder ebenso verzweigten Aesten (Fig. *D*, 4). Sie verdünnen sich regelmässig gegen die Spitze zu bis zu einer Breite von 4 μ. Die Aeste und das obere Ende des Hauptfadens bestehen regelmässig aus einer einzigen Zellreihe. Charakteristisch ist die Oberfläche der Fadengallerte. Dieselbe ist besetzt aus kleinen, regelmässig in Längsreihen angeordneten Zäpfchen. Solcher Längsreihen sind es meist vier, doch wurden auch fünf und mehrere beobachtet. Im ersten Falle ist der Querschnitt viereckig, die Papillen stehen an den Ecken, im andern Falle fünf- bis sechseckig etc. Dann und wann stehen auch zwischen den Längreihen einige Papillen zerstreut.

Die zweite, offenbar ältere Fadenform ist breiter, die Breite beträgt bis zu 12 μ (Fig. *D*, 5). Sie ist ebenfalls reich verzweigt, ein Hauptfaden ist nicht (oder nur schwer) zu erkennen, da er wie die Zweige mit meist zwei, selten drei Reihen von Zellen besetzt ist, und die Zellreihen bis zur meist nicht verdünnten, breit abgerundeten Spitze gehen. Nur die äussersten Aestchen sind oft noch einreihig. Nur an diesen findet man auch noch die oben beschriebene Papillenstruktur, an den dickeren Theilen ist sie verwischt, und nur die Umrisse der Fadengallerte sind dafür oft unregelmässig gewellt.

Grenzzellen sind sehr selten, und kamen nur in der jüngeren Fadenform zur Beobachtung. Sie sind bei den einzelligen Aesten, im Verlaufe des Fadens, viereckig mit brauner Zellhaut; bei den mehrreihigen Fäden liegen sie seitwärts.

Die Hormogonien entstehen, wie mir scheint, an der Spitze der einzelligen Fäden und werden durch Zerreissen des Fadens an der Spitze frei. Dadurch, dass die einreihigen Fadenenden und Aeste zur Hormogonienbildung verbraucht werden, entsteht die zweite ältere Thallusform.

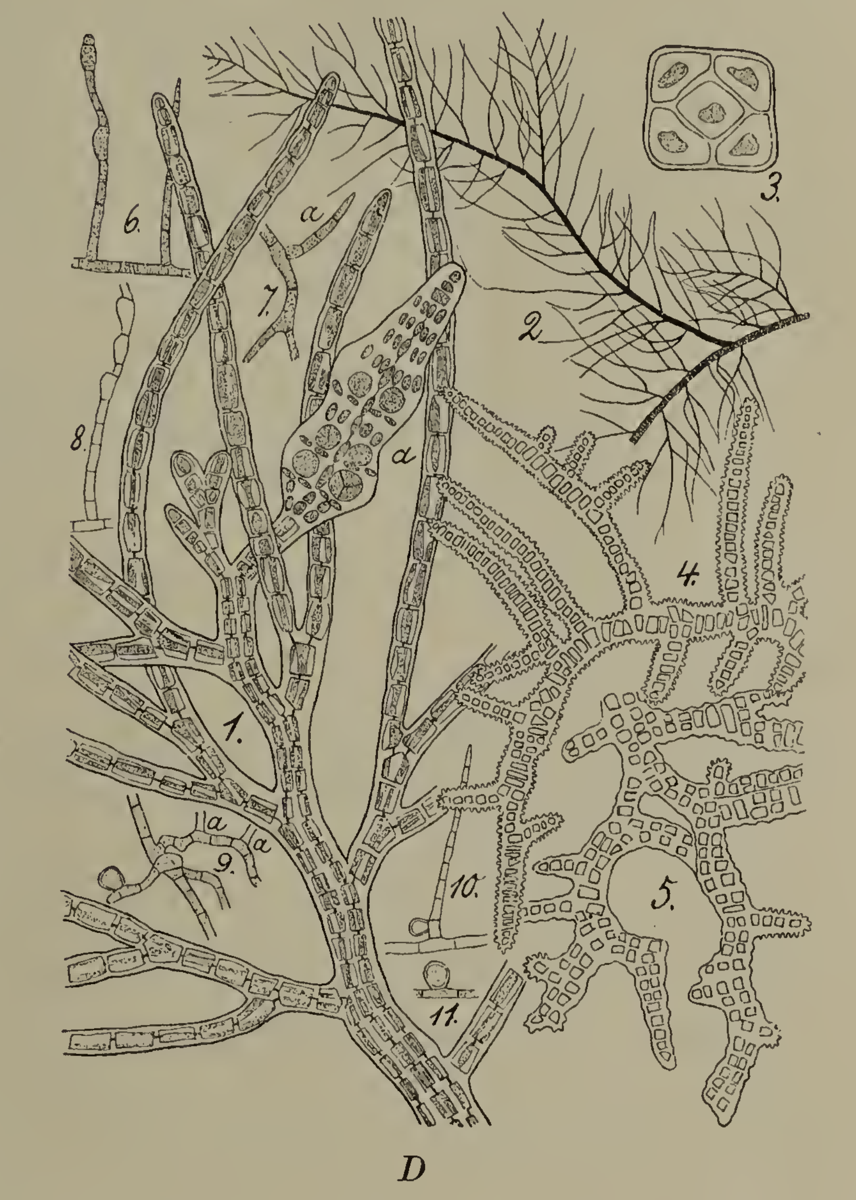
Die Alge ist, soweit mir bekannt wurde, die einzige bis jetzt bekannte epiphylle Stigonema. Sie lebt auf Blättern des primären Waldes am Gogol-Oberlauf unter Scytonemen, Trentepohlien und Lebermoosen.

Dasya Lauterbachii Askenasy et Schmidle n. sp. (Fig. *D*, 1, 2, 3).

Nr. 534 des Herbars; Boássalibach am Sattelberg bei Finschhafen; primärer Wald, 26. Juli 1890.

Der Thallus ist 1—3 cm hoch, fadenförmig, gegliedert und überall unberindet. Der polysiphone Hauptstamm ist unterhalb 90—100 μ

dick und verschmälert sich anfangs kaum merklich, gegen die Spitze zu jedoch rascher auf ca. 40 μ und trägt hier 2—5 kleine, wenigzellige, monosiphone Aestchen. Grössere polysiphone Aeste gehen im ganzen Verlaufe nur wenige ab, welche regellos zerstreut stehen und nur selten wieder ebenso verzweigt sind. Sie liegen alle links und rechts vom Hauptstamm in derselben Ebene (sind also nicht allseits abstehend) und tragen wie auch der Hauptstamm eine Menge abwechselnd fiederig gestellter, stets monosiphon gegliederter Haarzweige ebenfalls immer nur in der Ebene der Hauptäste. Sie sind 2—4 mm lang, schlank, gar nicht, oder nur an der Basis 1 bis 3 Mal fast dichotom verzweigt, 46—56 μ breit und gegen die abgerundete Endzelle nur unmerklich verschmälert (bis auf ca. 40 μ). Ihre Zellen sind so breit als lang oder meistens $1^1/_4$ Mal länger (seltener $1^1/_2$ Mal) und in der Mitte meist etwas aufgetrieben. Dieselben Dimensionen zeigen die Zellen im obern Theil der polysiphonen Partien, in den untern jedoch sind sie breiter (bis zu 60 μ) und meist $1^1/_2$ bis $1^1/_4$ Mal so lang.



Am Grunde jedes polysiphonen Zweiges befindet sich fast regelmässig ein verkümmertes polysiphones Aestchen, welches einen kurzen $^1/_2$ bis $^3/_4$ mm langen, regelmässig einwärts gekrümmten Stummel darstellt.

Der Querschnitt des Hauptstammes ist meist viereckig (selten rund) und besteht aus einer centralen Zelle, welche von vier (selten fünf) ebenso grossen oder etwas grösseren Zellen umgeben ist (Fig. *D*, 3).

Die Stichidien befinden sich stets an der Spitze der polysiphonen Fäden und vertreten die Stelle eines Haarzweiges. Sie sind kurz gestielt und verlängert eiförmigkonisch. An der Basis eines Pflänzchens wurde ein Mal ein seitliches Rhizoid beobachtet.

Die Farbe des Thallus ist im Herbare dunkelrothbraun. Untermischt ist die Alge mit einer Jungermannia, so dass wohl kein Zweifel über ihr Wachsthum im Süsswasser vorhanden ist.

Marine Florideengattungen, welche Vertreter im Süsswasser haben (und zwar nach den bis jetzt gemachten Erfahrungen nur in den Tropen und da in starkströmenden Gebirgsbächen) sind bis jetzt nur wenige bekannt. Montagne[1]) beschreibt drei Arten der Gattung Bostrychia, eine Art von Gymnogongrus, und zwei von Ballia, und Goebel[2]) hat mitgetheilt, dass an der Küste von British Guiana einige Florideen (Delesseria Leprieurii, Lomentaria impudica und Bostrychia radicans) in ganz süssem Wasser vorkommen, dazu kommt noch Delesseria Amboinensis Karsten. Von der Gattung Dasya sind bis jetzt keine Süsswasserarten beschrieben.

Merkwürdig ist, dass auch unsere Art, wie Montagne es von den seinen beschrieben, beim Trocknen einen odeur de marée verbreitet, freilich sehr schwach, wenn man die aufgeweichte Alge wieder auf Papier ausbreitet.

---

1) Montagne, Ann. d. sc.; Bot., troisième série T. XIV, 1850.
2) Goebel, Pflanzenbiolog. Schilderungen II, pag. 219.

Musci Venezuelenses novi

a Professore **C. Goebel** collecti

auctore **C. Müller Hal.**

1. *Fissidens (Pachylomidium) Goebelii* n. sp.; cespites lati altiusculi pollicares atro-virides laxiusculi; caulis angustifrondeus flexuosus parce divisus; folia caulina laxe equitantia majuscula, e basi angustiore late oblongo-acuminata breviter mucronata, limbo crassiusculo pallido ubique circumducta; lamina vera magna usque supra medium sensim acuminata; lamina dorsalis infra nervum pallidum excurrentem oriunda; omnes laminae e cellulis minutis carnosulis rotundis obscuris areolatae; theca in pedicello brevi crassiusculo erecta minuta, e collo apophysato cylindrica valde constricta igitur ventroso-tumida, operculo conico recte subulato; peristomium in ore magno robustum valde incurvatum.

   Habitatio. Venezuela, Tovar, circa 3000 ped. altus, Octobri 1890, forsan in humidis.

   Fronde angusto-nigro-viride longiusculo, foliis pallide limbatis atque capsula ventroso-constricta brevi-pedicellata raptim cognoscendus.

2. *Fissidens (Bryoidium) secundulus* n. sp.; dioicus; caulis perpusillus paucifolius simplex gregarie cespitulosus; folia minuta falcato-secunda dilute rubiginosa, e basi angustiore oblongo-acuminata acuta, nervo distincto rubiginoso flexuoso excurrente exarata, e cellulis minute hexagonis diaphanis pallide rufulis reticulata, limbo rufulto angusto ubique circumducta; lamina dorsalis infra costam oriunda; lamina vera usque ad medium folii producta; omnes laminae plus minus undulatae; theca in pedicello tenero flexuoso longiusculo erecta minuta angustissime cylindrica, operculo conico, peristomio brevi valde incurvato.

   Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altus, Octobri 1890.

   Ob staturam minutam, folia minuta secunda rubiginosa undulata sursum majora reticulata rubrinervia atque capsulam minutam cylindricam rectam tenerrime pedicellatam facile cognoscendus.

3. *Fissidens (Bryoidium) inclinis* n. sp.; dioicus; caulis perminutus simplex; folia minuta paucijuga (4—5) sursum majora, e basi angustiore latiuscule irregulariter oblonga in acumen longiusculum plus minus recurvatum undulatum acutum producta profunde canaliculata, limbo crassiusculo dilute rufulo flexuoso ubique circumducta, nervo crassiusculo rufo flexuoso excurrente exarata, e cellulis minutis obscuris rotundis areolata; lamina dorsalis ad pedem costae angustissime oriunda; lamina vera majuscula ultra medium folii acute

protracta; theca in pedicello perbrevi tenero flavido minute ovalis horizontalis. Caetera nulla.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altus, Octobri 1890, in societate *Fissidentis secunduli.*

Specimen solum unicum observavi.

4. *Conomitrium (Weberiopsis) Goebelii* n. sp.; dioicum; cespites latiusculi amoene virides laxiusculi; caulis simplex; folia caulina remotiuscula majuscula, e basi angustiore anguste ligulato-acuminata acuta 6-juga flaccidula, nervo angusto flexuoso flavido ante apicem evanido exarata, e cellulis longis laxiusculis flavo-viridibus utriculo primordiali tenui repletis eleganter grosse reticulata; calycina similia; theca in pedicello flavido deinque rubente flexuoso longiusculo tenui erecta minuta, e collo brevi cylindraceo-obovalis leviter verrucosa, operculo conico subulato recto, calyptra conico-mitriformi glabra; peristomium normale rubrum.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altus, Octobri 1890.

Conomitrio prosenchymatico mihi Brasiliensi proximum, sed omnium congenerum maximus. Folia calycina exteriora floris masculi terminalis angustissima constricta flexuosa.

5. *Conomitrium (Weberiopsis) latiusculum* n. sp.; dioicum; perpusillum gregarie cespitulosum viridissimum simplex; folia paucijuga remota superne magis aggregata parva, e basi longiuscula angustiore oblongo-acuminata integerrima, e cellulis latis mollibus chlorophyllosis amplo-prosenchymaticis reticulata, nervo angustissimo distincto pallido ante apicem evanido carinato-exarata, immarginata; lamina vera ad partem inferiorem oriunda indistincta; lamina dorsalis ad basin costae evoluta; theca in pedicello breviusculo flavido tenerrimo erecta minuta angustissime cylindrica; peristomium Antennidentis minutum; calyptra conico-mitriformis minuta glabra, operculum conico-rostratum totum fere obtegens.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altum, Octobri 1890.

Reticulatione folii mollissima chlorophyllosa atque capsula tenerrime pedicellata facile distinguendum.

6. *Conomitrium (Alomidium) subulatifolium* n. sp., dioicum; cespites minuti viridissimi tenelli; caulis perpusillus; folia 4—6-juga remotiuscula minuta, sed longiuscule lineari-subulata acuta, nervo pro foliolo crasso flavido in subulam excedente flexuoso exarata, integerrima sed cellulis protuberantibus erosula immarginata, e cellulis grossiuscule rotundato-hexagonis flavidis diaphanis reticulata, lamina dorsali pro lege longe supra costam oriunda angustissima; theca in pedicello pro plantula longiusculo tenui flavido flexuoso minuta erecta cylindracea verrucosa, operculo conico recte subulato; peristomium Antennidentis.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altum, Octobri 1890.

7. *Polytrichum (Eupol. brachycaulia) altisetum* n. sp.; caules gregarie cespitosi, inferne nudiusculi apicem versus dense foliosi graciles simplices; folia caulina humore juniperoideo-patula longiuscula e basi angusta elongata albida cellulis longis angustis laxiusculis

reticulata in laminam lineari-lanceolatam integerrimam convolutaceam dorso aculeolis remotis scabram exeuntia, nervo lato in aristam longiusculam robustam ferrugineam scaberrimam protracta; perichaetialia longissime subulata scabra; theca in pedunculo longissimo rubente crasso glabro flexuoso parva nutans anguste quadrata verrucosa, operculo oblique rostrato, calyptra capsulam superante lurida pilosa; peristomii dentes breves albidi densissime aggregati.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altum, Octobri 1890.

Surculo gracili breviusculo, foliis longis angustis integerrimis, pedunculo altissimo et capsula verrucosa facile distinguendum.

Var. *humilisetum*; laxe cespitosum pollicare gracile vel patulifolium, theca in pedunculo multo breviore tenuiter verrucosa.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altum; Andes Quitenses, monte vulcanico Pichincha: Herm. Karsten legit et dedit.

Ex habitu formae typicae perfecte alienum, sed quoad caracteres internos ab eadem haud discernendum.

8. *Mielichhoferia gymna* n. sp.; cespites pusilli tenelli lutescentes; caulis fertilis brevissimus tenuis, ramulis paucis teneris subclavatis comose terminatus; folia caulina dense imbricata minuta lanceolata, nervo carinato tenui excedente subulata, margine erecto denticulata, e cellulis parvis densis in membranam luteam quasi conflatis areolata; perichaetialia similia; theca in pedicello perbrevi crassiusculo rubro nutans parva, e collo cylindrico-oblonga microstoma gymnostoma sed anguste annulata minute breviter operculata.

Habitatio. Venezuela, Cordillera, Tabui, Octobri 1890.

Bryo polymorpho ex habitu similis, capsula gymnostoma ab omnibus congeneribus jam diversa.

9. *Mielichhoferia canescens* n. sp.; cespites pusilli tenelli lutescenti-canescentes; caulis fertilis brevissimus tenuis, ramulis paucis teneris filiformibus brevibus comose terminatus; folia caulina dense imbricata humore subplumosa minuta lanceolato-acuminata subulata lutescentia deinque albescentia distincte denticulata, e cellulis conflatis areolata; perichaetialia similia; theca in pedunculo longiusculo apice laqueato tenui nutans minuta, e collo longiusculo ovalis, operculo minuto breviter conico, annulo latiusculo revolubili; peristomii simplicis dentes breves capillares stricti breves in membrana brevi albida.

Habitatio. Venezuela, Cordillera, Tabui, Octobri 1890.

10. *Bryum (Sclerodictyum) pycnobaseum* n. sp.; caulis brevis teretiusculus rigidus parce ramosus; folia caulina dense imbricata caulem julaceum sistentia humore paulisper patula, e basi angustiore spathulato-ligulata obtuse acuminata integerrima cochleariformi-concava, margine ubique erecta, hic illic praesertim inferne flaccida undulata, nervo lato rubente superne angusto pallide evanido exarata, e cellulis majusculis longiusculis pallide lutescentibus basi multo amplioribus laxis teneris reticulata. Caetera nulla.

Habitatio. Venezuela, Cumbre de St. Hilario, Octobri 1890. Ex affinitate *Bryi julacii* et affinium, sed caracteribus laudatis distinctum.

11. *Bryum (Dicranobryum) melanopyxis* n. sp.; cespitulosum pusillum rubiginosum simplex; folia conferta humore patula minuta caulem tenuem sistentia, e basi truncata cymbiformi-lanceolata, margine ubique erecta integerrima, nervo angusto sed distincto intense purpureo excedente apiculata et carinato-exarata, e cellulis laxis teneris longiusculis purpurascentibus reticulata; perichaetialia similia; theca in pedunculo elongato flexuoso apice curvato vel arcuato nigrescente nutans parva atra, e collo brevi tumido-ovalis clavatula, operculo minutissimo aterrimo nitido cupulato, annulo lato revolubili; peristomium breve: dentes externi aureo-diaphani breviter subulati, interni in membrana media tenera irregulares capillares plus minus breves saepius singulariter appendiculati.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altum, Octobri 1890. Ex habitu *Bryi Salaminae* mihi. Caulis saepe stolones teneros minutissime rosulatos minutifolios exmittens.

12. *Bryum (Platyphyllum) andino-roseum* n. sp.; cespites magni extensi robusti luridi; caulis robustus brevis sed prolifer; folia magna rosulam robustam polyphyllam sistentia, e basi angustiore in laminam late oblongam vel spathulatam exeuntia, acumine brevissimo recurvo terminata, planiuscula, margine infero anguste revoluta, ubique lato-marginata apice denticulata nec serrata, nervo lato rubente in acumen evanescente calloso-exarata, e cellulis magnis utriculo primordiali plicato flexuoso robusto repletis grosse reticulata; perichaetialia multo minora longius acuminata; theca in pedunculo longo crasso rubente stricto vel parum flexuoso inclinata vel nutans majuscula, e collo brevi cylindraceo-oblonga clavata, operculo robuste conico rubro nitido; annulo latissimo; peristomium magnum pallide rubens, dentes externi robusti lati dense articulati cristati, interni in membrana alta aequilongi pallide rubentes carinati valde hiantes, ciliis aequilongis binis appendiculatis.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altum, Octobri 1890. Planta speciosa dioica, foliis breviter acuminatis ob cellulas marginis longas angustas protuberantes denticulatis facile cognoscenda.

13. *Bryum (Argyróbryum) subleucophyllum* n. sp.; cespites pusilli tenelli albidissimi; caulis horridifolius simplex; folia laxe conferta humore patula pro sectione majuscula, e basi angustiore latiuscule ovato-acuminata cochleariformi-concava, nervo angustissimo inferne colorato superne hyalino in subulam longiusculam flexuosam acutam hyalinam excedente setacea, e cellulis basi multis parenchymaticis coloratis superne longiusculis prosenchymaticis laxiusculis hyalinis reticulata; theca in pedunculo pro surculo longo tenui stricto nutans angustissime cylindrica ore constricta, peristomio parvo. Caetera nulla.

Habitatio. Venezuela, Cordillera, Octobri 1890 cum fructibus vetustis.

Bryo leucophyllo Javensi simillimum sed robustius.

14. *Trichostomum (Anacalypta) Tovarense* n. sp.; cespites pusilli vix pollicares subcompacti inferne ferruginei superne viridissimi; caulis gracilis crispifolius; folia caulina minuta, humore patula gemmulam minutam cupulatam clausam apice sistentia, ad caulem inferum radiculis ditissimis associata, lineari-ligulata obtusissima, profunde canaliculata integerrima diaphana, nervo longe decurrente pro foliolo crasso rubente superne pallente ante apicem evanido exarata, e cellulis minutis rotundis tenerrime papillosis areolata; perichaetialia innovatione lateralia majora similia; theca in pedicello brevi rubro erecta minuta cylindracea. Caetera nulla.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altum, Octobri 1890.

15. *Campylopus exfimbriatus* n. sp.; cespites latiusculi bipollicares lutescentes nitiduli inferne fusco-tomentosi; caulis gracilis simplex; folia caulina setacea angusta erecto-conferta humore patula, e basi cellulis alaribus planis nonnullis laxis emarcidis ornata angusta in laminam lineari-lanceolato-acuminatam longiuscule subulatam apice tenuiter serrulatam protracta, nervo latissimo laminam ubique fere totam occupante applanato percursa; theca in pedunculo pro genere longiusculo tenui flavido strictiusculo nunquam recurvatili erecta parva cylindraceo-ovalis levis nec sulcata fusca, operculo e basi conica oblique rostrato, annulo nullo, peristomio brevi rubro, calyptra exfimbriata.

Habitatio. Venezuela, Sierra Nevada de Mérida, Octobri 1890.

Species ad Campylopodes capitiflores pertinens facile distingui potest: surculo gracili luteo, foliis lineari-acuminatis elongate subulatis, pedunculo erecto nec revolubili, *capsula levi exannulata* atque calyptra integra.

16. *Campylopus percurvatus* n. sp.; cespites latiusculi nitidulo-virides intricati; caulis brevis in comam angustam falcatam convolutam setaceam productus; folia caulina horride patula, e basi angusta, cellulis alaribus magnis hyalinis laxis emarcidis in ventrem levem congestis ornata, in laminam anguste lanceolato-acuminatam longiuscule subulatam, ad subulam angustissimam flexuosam tenuiter denticulatam dorso angustissime denticulato-alatam protracta, inferne parum involutacea, e cellulis laxiusculis longiuscule anguste rectangularibus superne minoribus densioribus reticulata, nervo pro genere angustiusculo excurrente percursa; theca in pedicello longiusculo tenui flavido spiraliter torto campylopodiaceo levi parva arcuato-cylindracea sulcata brevicolla, operculo conico-rostrato, annulo lato revolubili, calyptra fimbriata; peristomii dentes intense purpurei longi.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altus, Octobri 1890.

Campylopodi chionophilo proximus, sed coma cylindraceo involuta valde falcata jam ex habitu diversus.

17. *Bartramia (Bartramidula) nana* n. sp.; caulis perpusillus, ramis brevissimis curvulis teneris paucis comoso-divisus; folia caulina dense imbricata minuta humore patula anguste lanceolata breviter subulata carinato-concava tenuiter serrulata laxiuscule reticulata sed difficile emollientia; perichaetialia majora robustiora; theca in pedicello brevi curvulo rubente glabro erecta minuta globosa gymnostoma microstoma. Caetera nulla.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m alta, Octobri 1890.

Synoica? Humilitate atque teneritate partium omnium ab congeneribus facile distinguenda. *Bartramidula Fendleri* mihi ex Valencia Venezuelae statura majore foliisque secundis jam differt.

18. *Syrrhopodon (Proliferi) macro-prolifer* n. sp.; cespites albescentes pollicares laxi; caulis tenuis longifolius; folia caulina laxe patula angusta elongata valde flexuosa madore strictiuscula, e basi longa angusta cuneiformi cellulis amplis hyalinis reticulata in laminam plus minus longam lineari-angustatam obtusiusculam sed denticulis nonnullis hyalinis minutis serrulatam acutatam exeuntia, limbo aequali hyalino tenui apicem versus minute denticulato, inferne hic illic interdum dente tenuiter aciculari praedita ubique circumducta, e cellulis minutissimis virentibus areolata. Caetera inquirenda.

Habitatio. Venezuela, Cumbre de St. Hilario, Octobri 1890.

Syrrhopodonti prolifero proximus, sed haecce species vera Brasiliensis foliorum basi cellulis amplioribus undulatis, limbo multo latiore lurido atque costa crassiore differt. Differentias alias fructificatio certe dabit.

19. *Syrrhopodon (Proliferi) compactulus* n. sp.; cespites compactuli brunescentes tenelli; caulis pusillus; folia caulina eleganter crispatissima breviuscula, e basi elongata longe cuneiformi cellulis ampliusculis hyalinis regulariter quadratis reticulata in laminam breviusculam linearem obtusulam sed hyalino-apiculatam superne denticulatam exeuntia, limbo hyalino angustissimo infima basi obsoleto circumducta, e cellulis minutissimis sordide viridibus areolata, nervo crassiusculo dorso glaberrimo pallide ferrugineo percursa. Caetera nulla.

Habitatio. Venezuela, sine loco speciali sed forsan Tovar: Moritz Coll. I. No. 57 sub *S. prolifero* in C. Müll. Syn. Musc. I. p. 542.

20. *Calymperes (Hyophilina) perinvolutum* n. sp.; caulis perpusillus simplex viridis; folia caulina parva brevia circinnatula, e basi longiuscula cuneiformi cellulis amplis quadratis hyalinis reticulata in laminam brevem cymbiformi-involutam acuminatam acutam exeuntia, e cellulis minutissimis occulto-viridibus areolata, basi anguste marginata integra, nervo lato crasso luteo in collum breviusculum erosulum dorso tenuiter asperulum stellam anomalam parvam gerens statu anomalo producto. Caetera nulla.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altum, Octobri 1890.

21. *Anoectangium weisioides* n. sp.; cespites pusilli tenelli lutescentes laxiuscule cohaerentes; caulis tener simplex; folia caulina perminuta subtorquescenti-crispula humore patula surculum plumosulum sistentia linearia, inferiora remota superiora densius imbricata, e basi usque ad apicem aequaliter lineari-acuminata, acumine brevi obtusulo vel acutiore coronata, integerrima carinato-concava, nervo angusto lutescente excurrente exarata, e cellulis minutissimis rotundis obscuris basi magis luteis areolata dorso tenerrime papillosa; perichaetialia pedicellum luteum breviusculum tenerum laterale amplectentia lutescentia glabra; theca in seta minuta erecta ovalis macrostoma gymnostoma, operculo e basi planiuscula oblique rostrato subulato.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altum, Octobri 1890.

Ex affinitate *Anoectangii tenelli* Mitt., *An calidi* Mitt. etc.

22. *Schlotheimia (Trichomitrium) lasiomitria* n. sp.; cespites majusculi laxiusculi ferruginei; caulis radiculosus brevirameus; folia caulina torquescentia humore raptim turgescenti-patula apice recurviuscula, e basi vix angustiore in laminam longiusculam anguste oblongam apice rotundatam, nervo autem profunde canaliculato excedente pungentem exeuntia, valde undulato-rugulosa vel saepius (perichaetialia) levia, e cellulis minutis incrassatis aureis rhomboidalibus basi pellucidioribus levibus areolata; perichaetialia similia; theca in pedicello breviusculo rubro erecta breviter cylindrica levis ferruginea; operculum e basi cupulata longiuscule apiculata; calyptra pilis longiusculis angustis curvulis ferrugineis articulatis hirta; peristomium duplex: dentes externi robusti stricti obscuri longiusculi, linea media longitudinali profunda exarati, dense articulati obtusiusculi, interni plus minus longi capillares rugulosi in membrana brevi positi.

Habitatio. Venezuela, Cumbre de St. Hilario, Octobri 1890.

Sporae magnitudinis valde variae globosae virides. *Schlotheimiae Appunii* mihi Guianae angl. (ex Humirida Mountains) proxima, sed haecce species foliis tenuiter mucronatis jam diversa.

23. *Macromitrium (Crispata) acutissimum* n. sp.; cespites lati planiusculi intricati virentes; caulis gracilis brevirameus; folia caulina crispula humore crispatulo-patulo longiuscula perangusta, e basi vix latiore in laminam lineari-acuminatam curvatam et recurvatam exeuntia complicata profunde canaliculata, nervo angusto aureo in mucronem plus minus acutum acicularem excedente carinato-exarata, margine ubique erecto integerrima, e cellulis minutissimis rotundis viridulis basi vix majoribus rectangularibus incrassatis pellucidioribus areolata; perichaetialia similia magis subulata; theca in pedunculo brevi luteo glabro erecta parva, e collo brevi oblonga acutiuscule angulata ore constricta, operculo e basi conica longiuscule recte rostrato, calyptra capsulam totam obtegente sulcato-multifida aurea nitida; peristomium duplex rudimentarium abruptum.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m alt., Octobri 1890.

24. *Macromitrium (Longifolia) stricticuspis* n. sp.; caulis humilis repens, ramis brevibus horridifoliis; folia caulina siccitate et humore valde patula recurvata longiuscula, e basi usque ad subulam elongatam acutatam lineari-acuminata angustissima tenuiter serrulata complicata profunde canaliculata margine erecta, nervo aureo excurrente carinato-exarata, e cellulis minutis anguste rectangularibus basin versus longioribus subsemilunatis lutescentibus valde incrassatis vix mammillosis areolata; perichaetialia similia vix longiora; theca in pedicello perbrevi luteo apice curvato erecta parva ovalis levis, peristomio duplici rudimentario. Caetera inquirenda.

Habitatio. Venezuela, Cumbre de St. Hilario, Octobri 1890.

Foliis angustissime linearibus subulatis ab omnibus congeneribus facile distinguendum.

25. *Macromitrium (Longifolia) subpaucidens* n. sp.; cespites densi virides inferne fusco-tomentosi humiles; caulis brevis brevirameus gracilis crispifolius; folia caulina valde crispula humore valde patula subrecurvata longiuscula latiuscula, e basi angusta complicato-oblongo-acuminata flexuosa, superne remote breviter dentata, inferne margine anguste revoluta, profunde canaliculata, nervo aureo crassiusculo in subulam brevem subexcurrente percursa, e cellulis minutis rotundis viridibus basin versus majoribus aureis magis rectangularibus valde incrassatis grosse mammillosis areolata; perichaetialia similia; theca in pedunculo rubro brevi glabro flexuoso crassiusculo erecta turgide ovalis ore constricta valde sulcata pachyderma fusca deinque nigrescens, calyptra acute multifida aurea nitida glabra sed valde angulata; peristomium duplex rudimentarium. Caetera speranda.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m alt., Octobri 1890.

A *M. paucidente* mihi capsula sulcata jam recedens.

26. *Fabronia perimbricata* n. sp.; monoica; cespites lati applanati tenelli pallide virides intricati; caulis perpusillus tenerrimus angustissimus teretiusculus; folia caulina siccitate atque humore dense imbricata ab axi fragili difficillime solubilia minutissima, e basi angustiore ovato-acuminata breviter recte subulata carinato-concava, nervo obsoleto exarata, e cellulis parvis longiusculis prosenchymaticis basi hexagonis amplioribus multis reticulata subintegerrima; perichaetialia majora basi pedicellum amplectentia; theca in pedicello brevi tenero luteo erecta minuta ovalis macrostoma verrucoso-rugulosa, operculo minutissimo conico oblique apiculato; dentes brevissimi rubiginosi lanceolati; calyptra glaberrima.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m alta, Octobri 1890.

A *F. polycarpa* foliis siccitate et madore dense imbricatis atque teneritate partium omnium jam diversa.

27. *Fabronia glauca* n. sp.; monoica; cespites latissimi glauco-viridissimi intricati profusi; caulis longiusculus ramosus pertenuis fragilis; folia caulina conferta madore valde patula majuscula, e basi

ovata lanceolato-acuminata reticulate subulata carinato-concava integerrima, nervo obsoleto leviter exarata, e cellulis majusculis prosenchymaticis basi parenchymaticis amplioribus reticulata; perichaetialia majora pedicellum amplectentia; theca in pedicello brevi tenero luteo erecta ovalis macrostoma truncata glabra, operculo minuto conico oblique rostellato, calyptra glabra basi reticulata; peristomii dentes perbreves lanceolati rufi.

Habitatio. Venezuela, Macuto, Octobri 1890.

Fabroniae perimbricatae proxima, sed robustitate, colore, foliis magnis patulis grossius reticulatis atque theca glabra jam remota.

28. *Crossomitrium Goebelii* n. sp.; frons majuscula longiuscula robustula pro genere latiuscula curvula parce ramosula rubiginosa apice solum virescens dense appressa, radiculis aggregatis longiusculis phragmidiaceis robustis praedita; folia caulina majuscula planissima, e basi circinnatulo-rotundata coarctata in laminam late oblonge vel orbiculari-ovatam acumine brevi plicatulo serrulato terminatam exeuntia, e cellulis basi laxoribus apicem versus minoribus densioribus reticulata. Caetera deficientia.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altum Octobri 1890, in foliis adnatum.

E majoribus generis habitu *Cr. Splittgerberi* et affinium.

29. *Crossomitrium tenellum* n. sp.; frons tenella angustissima dichotome ramosissima viridis dense adnata, radiculis tenuibus teneris ramosis nec phragmidiaceis praedita; folia caulina parva angusta, e basi latiuscula indistincte auriculata in laminam oblongo-acuminatam apice acuto vix plicatam tenuiter serrulatam protracta caviuscula, e cellulis longis angustis pellucidis vel viridibus teneris reticulata. Caetera nulla.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m alt. in foliis adrepens.

E minoribus generis habitu *Crossomitrii Patrisiae,* radiculis nec phragmidiaceo-articulatis jam distinguendum.

30. *Crossomitrium phragmidiaceum* n. sp.; frons plus minus elongata perangusta tenera flaccida amoene viridis parce ramosa, radiculis longis phragmidiaceo-articulatis strictis robustiusculis praedita; folia caulina parva, e basi rotundato-angustata in laminam oblongo-circularem acumine brevissimo obtusiusculo terminatam tenerrime serrulatam producta, e cellulis angustissimis teneris longiusculis reticulata tenera planissima. Caetera inquirenda.

Habitatio. Venezuela, Cumbre de Caracas, inter *Lepidopilum* et *Meteorium Tovariense* mihi associatum.

Species propter radiculas robustas phragmidiaceas atque folia parva orbicularia obtuse acuminulata tenerrima planissima pulchella et distinctissima.

31. *Hookeria (Omaliadelphus) Goebelii* n. sp.; cespites lati leucobryacei robusti luridi laxiusculi; caulis crassifolius breviter ramosus, ramis obtusis latiusculis; folia caulina eleganter dense imbricata majuscula valde undulata crispatula, e basi cellulis majoribus

aureis marginata parum angustiore in laminam latiusculam longiusculam oblongo-ligulato-acuminatam, acumine brevissimo obtusatulo terminatam exeuntia, concava, margine sinuoso-denticulata, nervis binis longis angustis subparallelis carinato-exarata, e cellulis angustissimis longiusculis pallidissimis glaberrimis veluti conflatis areolata; perichaetialia profunde immersa; theca in pedunculo perbrevi crasso rubro glabro erecta, e collo tumido-ovalis inclinata; exostomii dentes robusti longi valde introrsum curvati linea longitudinali percursi obscuri, endostomii dentes aequilongi aurei carinati glaberrimi. Caetera nulla.

Habitatio. Guiana, ad flumen Parima, 1891 Prof. Goebel legit.

Species inter congeneres affinitatis *Hookeriae crispae* et *H. undatae* ob folia obtuse acuminata et cespitem leucobryaceo-formatum singularis distinctissima, cum nulla alia specie confundenda.

32. *Hookeria (Omaliadelphus) Meridensis* n. sp; cespites lati subcompacti valde intricati luridi; caulis angustifrondeus in ramulos breves divisus; folia caulina dense imbricata humore patula, e basi parum angustiore oblonga subcucullato-concava, acumine brevi aciculari denticulato plus minus recurvo undulato-crispo terminata, tenera immarginata margine erecta, nervis binis angustis valde divergentibus longiusculis instructa, e cellulis parvis pallescentibus irregulariter hexagonis teneris tenerrime unipunctatis mollibus reticulata, dorso tenerrime papillosa; perichaetialia multo majora, e basi vaginacea in acumen elongatum subulatum rectum denticulatum protracta; theca in pedunculo elongato nigrescente crasso glabro erecta parva cylindracea ore constricta; calyptra coriacea brunnescens, basi profunde lobata, glabra vel hic illic appendiculis singulis obtecta; peristomii dentes externi longi subangusti stricti reticulato-articulati, interni aequilongi rugulosi.

Habitatio. Venezuela, Sierra de Mérida, Octobri 1890.

A congeneribus cespite compacto intricato foliisque parvis teneris hexagono-reticulatis distincta, ex affinitate *Hookeriae crispae* mihi.

33. *Hookeria (Callicostella) Galipanoana* n. sp.; cespites latiusculi virentes vel pallide virides intricati; caulis longe repens ramis brevibus remotis irregulariter pinnatus; folia caulina parva laxiuscule imbricata humore patula, e basi angustiore ligulato-oblonga breviter oblique acuminata asymmetrica caviuscula, nervis binis divergentibus distinctis pallidis vel lutescentibus longiusculis dorso glabris calloso-exarata, e cellulis minutis anguste hexagonis diaphanis unipapillosis teneris reticulata, margine erecta superne eroso-denticulata; perichaetialia pauca minora magis acuminata; theca in pedunculo elongato crassiusculo rubro apicem versus muriculato minuta inclinata vel subnutans, e collo brevi cylindracea papilloso-rugulosa ore constricta, operculo e basi conica recte rostrato, calyptra albida capsulam superans pedunculum amplectens multifida; peristomii dentes externi angusti valde introrsum incurvati, interni longi stricti pallidi elegantes carinati.

Habitatio. Venezuela, Galipano, 6000 ped. alta: A. Trumpff (Hb. Hmp. sub *H. longipedunculata* C. Müll.); Amakovro, Octobri 1890: C. Goebel.

Caule ramosissime pinnato crassiusculo, foliis parvis diaphanis callinerviis, pedunculo elongato semimuriculato atque capsula minuta cylindrica facile distinguenda.

34. *Hookeria (Jungermanniella) amnigena* n. sp.; caulis decumbens ramosissimus obscure viridis, ramis elongatis et brevibus perangustis, varie curvatis subcaudatis; folia caulina laxe disposita remota crispula, humore axin haud obtegentia parva tenera, e basi latiore oblongo-ligulata obtusata vel breviter acuminata varie complicata immarginata integerrima, nervis binis valde divergentibus longiusculis pro foliolo crassiusculis flexuosis percusa, e cellulis amplis laxis teneris pellucide reticulata. Caetera nulla.

Habitatio. Venezuela, „an den Ziegeln einer Wasserleitung in der ehemals dem Marquis del Toro, jetzt Erazo gehörigen Besitzung, 23. Junio 1872; aber auch an anderen Wasserleitungen“: A. Ernst.

Species omnes hujus sectionis limnobiae videntur habitu simili praeditae ubi folia parva siccitate crispula humore remota caulem non obtegunt.

35. *Lepidopilum (Mniolepidopilum) mnioides* n. sp.; caulis primarius longe repens flexuosus; rami 1—2-pollicares vel breviores frondosi complanati, basi et apice attenuati, caudati parum curvati mniacei simplices latiusculi; folia caulina laxe imbricata humore patenti-patula majuscula, e basi parum angustiore breviuscula in laminam late ovato-acuminatam longissime flexuose subulatam acutissimam plus minus flaccidam plicatam attenuata, a medio denticulata inde grosse serrata late indistincte marginata, nervis binis latis anguste evanidis longiusculis exarata, e cellulis magnis laxis prosenchymaticis utriculo primordiali robusto plicato repletis basi amplioribus reticulata; perichaetialia multo minora, e basi vaginacea laxe tenuiter reticulata concava in acumen longiuscule subulatum subintegerrimum protracta; theca in pedunculo perbrevi crasso leviter ruguloso rubro erecta parva cylindracea ore constricta, operculo rostrato, calyptra operculum solum obtegente laciniata parce pilosa; peristomii dentes externi angusti subulati rufi dense articulati linea longitudinali destituti margine ad articulos erosi rugulosi, interni aequilongi elegantes stricti longe subulati leviter carinati nec hiantes membranacei pallidi.

Habitatio. Venezuela, Tovar supra Caracas altiutdine ca. 3000 pedum.

Lepidopilo excelso mihi proximum, sed multo humilius.

36. *Lepidopilum (Eulepidopilum) purpurissatum* n. sp.; cespites planiusculi extensi laxi profusi e viridi pulchre purpurei; caulis elongatus angustifrondeus, ramis brevibus vel longioribus curvulis caudatis; folia caulina laxiuscule imbricata squarrulose disposita

patula humore remotiuscula, e basi truncata angustiuscule lanceolato-acuminata plus minus longiuscule curvate subulata caviuscula subenervia subintegerrima plicatula, e cellulis longis pellucidis laxiusculis reticulata; perichaetialia longius subulata; theca in pedunculo breviusculo crassiusculo rufulo glabro erecta parva obconica brevicolla sub ore valde constricta, operculo e basi cupulata oblique rostrato, calyptra $^2/_3$ capsulae obtegente laciniata glabriuscula.

Habitatio. Venezuela, Cumbre de Caracas, Octobri 1892.

Lepidopilo aureo-fulvo mihi ex habitu simile et proximum, sed seta glabra jam longe distans.

37. *Phyllogonium (Leiogonium) Goebelii* n. sp.; longe pendulum ramosissimum, ramis angustissime complanatis cuspidatulis lutescentibus saepius filiformibus curvatis profusis; folia caulina dense equitantia glabra nitida, e basi rotundato-circinnata cellulis alaribus minutis intense brunneis auriculata in laminam anguste cymbiformi-oblongam complicatam longiusculam oblique mucronatam vel subulatam protractam exeuntia; perichaetialia multo longius rectius subulata; theca in pedicello brevi tenero rubente curvulo levi erecta minuta leviter rugulosa ovalis sub ore constricta microstoma tenella, operculo tenui oblique rostrato, calyptra minuta angustissima glabra; peristomii dentes longiusculi subuliformes dense articulati lutescenti-cornei ad articulos tenuiter papillosi.

Habitatio. Venezuela, Cumbre de Caracas.

Species tenella pulchella, ramis angustis, foliis subulatis atque fructibus minutis tenellis ab omnibus congeneribus facile disinguenda.

38. *Priónodon geniculatus* n. sp.; caulis tripollicaris crassiusculus geniculato-ramosus, ramis brevibus dichotome dispositis apice veluti abruptis vel curvulis lutescentibus rigidis; folia caulina laxiuscule imbricata scariosa, e basi latiuscula valde plicata aurescente angustiore ovato latiuscule acuminata plus minus longiuscule subulata grosse lobato-serrata planiuscula, nervo infima basi lato aureo apicem versus pallescente ante subulam extremam acutam evanescente percursa, e cellulis ubique valde incrassatis pallide lutescentibus indistinctis ellipticis basi semilunatis longioribus areolata fragilissima. Caetera nulla.

Habitatio. Nova Granata, Ocaña: G. Wallis.

39. *Priónodon subgeniculatus* n sp.; caulis elongatus tripollicaris crassiusculus flexuosus, ramis brevibus remotis curvatis obtusiusculis vel breviter cuspidatis lutescentibus rigidis; folia caulina laxiuscule imbricata scariosa, e basi parce plicata et auriculata pallente vel infima basi solum aurea anguste oblongo-acuminata subulata planiuscula breviter serrata, nervo angusto pallente evanescente percursa, e cellulis distinctis rotundis minutis incrassatis basin versus longioribus areolata fragilia. Caetera ignota.

Habitatio. Venezuela, Cumbre de Caracas, Octobri 1890.

A *Prionodonte geniculato* foliis basi parce plicatis et auriculatis magis pallentibus, multo minutius serratis atque costa angusta pallescente distinctus.

40. *Prionodon simplex* n. sp.; caulis primarius longe repens, ramis bipollicaribus vel multo longioribus erectis vel curvatis clavato-foliosis crassiusculis obtusis remotis simplicibus interdum modo simili ramosulis divisus; folia caulina dense imbricata humore patula, e basi latiuscula longitudinaliter valde plicata, margine latiuscule revoluto vel planiusculo cellulis permultis propriis rotundis leucodontoideo-areolata in laminam late oblongo-acuminatam breviter subulatam exeuntia brevia, tenuiter runcinato-serrulata acuta, nervo lato pallido in subula flexuose evanido percursa, e cellulis minutis ellipticis maxime incrassatis areolata scariosa. Caetera scrutanda.

Habitatio. Venezuela, Valencia: Fendler in Hb. W. S. S. Sullivant No. 100; Tovar, 5500′: Moritz.

Prionodonti denso simplici Mexicano ex habitu simillimus.

41. *Meteorium (Orthostichidium) auricosta* n. sp.; caulis pendulus elongatus, ramis brevibus vel longioribus curvulis obtusulis remotis irregulariter pinnatim divisus; folia caulina pentasticho-spirali-imbricata humore patula sed dense equitantia, e basi utrinque auricula majuscula aurea cellulis permultis incrassatis rhomboideis areolata in laminam cymbiformi-oblongam et concavam apice tenuiter denticulato involutaceo breviter apiculatam producta, nervo elongato angustissimo pallido deinque pulchre aureo exarata, e cellulis angustissimis pallidis serius lutescentibus vel aureis in membranam veluti conflatis indistinctis areolata. Caetera ignota.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altum, Octobri 1890.

Ex habitu *Meteorio subversicolori* (Hpe.) aliquantulum simile, foliis auricostatis ab omnibus congeneribus jam diversa.

42. *Pilosium flaccisetum* n. sp.; cespites lati pallide virides intricati nitiduli; caulis vage ramosus, ramis brevibus latiuscule complanatis; folia caulina laxiuscule imbricata humore valde patula majuscula, e basi brevi constricta ad latus unicum cellulis alaribus majoribus parenchymaticis nonnullis laxioribus pellucidis ornata in laminam cymbiformi-oblongam obtusiuscule acuminatam integerrimam enervem planiusculam exeuntia, e cellulis longiusculis laxiusculis prosenchymaticis virenti-pellucidis inanibus recticulata; perichaetialia minora, e basi vaginacea in laminam anguste acuminatam longiusculam producta; theca in pedunculo elongato tenui flaccide flexuoso nigrescenti-rubro nutans minuta, e collo brevi ovalis macrostoma siccitate ore valde constricta, operculo conico oblique rostrato; peristomium hypnoideum breviusculum: dentes externi lutescentes cristati valde introrsum incurvati latiusculi, interni angustissimi carinati albidi integri nec hiantes, ciliolis singulis.

Habitatio. Guiana, Amakooroo, Octobri 1890.

Ex habitu ad *Stereophylla* accedens, sed foliis enerviis, quare sectionem *Pilosii* constitui. Species hucusque cognitae sequentes sunt Americae aequinoctialis: *P. longisetulum* ex Guatemala, *P. chlorophyllum* (Hsch. sub Hypno) ex Brasilia, *P. subchlorophyllum* ex Andibus Peruviae (Spruce Coll. No. 1318), *P. pseudoradiculosum (Stereophyllum chlorophyllum)* Mitt. in Spruce Coll. No. 1321 ex Brasilia et *P. Crügerianum (Hypnum chlorophyllum* C. Müll. Syn. Musc.) ex insula Antillarum Trinidad. Folia sunt enervia vel obsolete binervia basi constricta alis parenchymatice reticulatis praedita. Ad *Plagiothecium* species accedunt. *Stereophylla* foliis uninerviis atque reticulatione magis rotunda recedunt.

43. *Taxicaulis (Leucoblasti) andino-subulatus* n. sp.; caulis elongatus tenerrimus gracillimus, ramis longioribus et brevioribus remotis divisus decumbens; folia caulina remota parva subtilia angustissima plus minus patentia, e basi cellulis alaribus destituta in laminam angustissime lanceolatam plus minus subulatam acutam exeuntia enervia tenerrime indistincte denticulata, margine erecta concava nec involuta, e cellulis angustissimis longiusculis pallidissimis areolata. Caetera ignota.

Habitatio. Venezuela, Cumbre de St. Hilario.

T. pseudo-subulato n. sp.; Domingensi simillimus, sed haecce species robustior, foliis majoribus distincte dentatis.

44. *Rhynchostegium Limnobiella* n. sp.; cespites latissimi laxissimi sordide lutescenti-virides in aqua fluctuantes; caulis elongatus vage ramosus, ramis brevibus robustis strictis vel apice parum curvatis; folia caulina majuscula robustula laxiuscule conferta humore plus minus squarrulose patentia valde complicata, e basi perangusta latiuscule rotundato-ovata, acumine brevissimo obtusiusculo robusto terminata, caviuscula ubique minute denticulata carnosula, hic illic praesertim basi complicata, nervo supra medium evanido virente indistincto exarata, e cellulis prosenchymaticis densiusculis plerumque veluti conflatis luridis areolata. Caetera nulla.

Habitatio. Venezuela, Tovar, 1800 m altum, Octobri 1890, aquam habitans.

Rhynchostegio aquatico (Hpe.) Novogranatensi simile et proximum, sed haecce species differt jam foliis orbicularibus obtusulis vix acuminatis atque statura multo robustiore.

45. *Cupressina sanguiseta* n. sp.; cespites tenelli lutescentes intricati molles pusilli; caulis tenuis vage breviter ramosus, ramis teneris valde falcatis; folia caulina laxe imbricata crispatulo-secunda, madore valde patula in axi tenero capillari rubro, pallidissima minuta, e basi brevissima recurvula angustissima, cellulis alaribus 2—3 majusculis vesiculosis hyalinis vel aureis ornata in laminam angustissimam lineari-subulatam falcatam attenuata canaliculato-concava integerrima vel ad subulam capillarem tenuissime denticulata enervia, e cellulis angustissimis in membranam veluti

conflatis sed distinctis longiusculis areolata; perichaetialia multo majora e basi vaginacea teneriore in acumen longe subulatum distincte tenuiter denticulatum rectum attenuata; theca in pedunculo longiusculo rubro tenui stricto nutans minuta, e collo angustissimo anguste cylindrica siccitate coarctata, operculo conico rostrato; dentes peristomii externi lutei breves et breviter subulati, interni flavidi haud hiantes, ciliolis singulis.

Habitatio. Venezuela, in Cordillera, Octobri 1890.

Ad Cupressinas leptorrhynchas pertinens, teneritate partium omnium et pedunculo sanguineo-rubro longo tenui stricto facile cognoscenda. A. *C. subscabra* m. simili Columbica pedunculo glabro jam differt.

Litteratur.

Physiologische Pflanzenanatomie von Dr. G. Haberlandt, Professor an der Universität Graz. Zweite, neubearbeitete und vermehrte Auflage. Mit 235 Abbildungen. Leipzig, Verlag von Wilh. Engelmann, 1896. Preis 16 Mark.

Dass ein botanisches Handbuch eine zweite Auflage erlebt, ist ein ziemlich seltenes Vorkommniss. Es zeigt, dass dasselbe Anerkennung und Verbreitung erlangt hat. Das Haberlandt'sche Buch hat die erstere gewiss auch bei denen gefunden, die in manchen Fragen anderer Meinung sind, schon durch die Art der Darstellung, die eine klare und gewandte ist. Die zweite Auflage ist wesentlich vermehrt (um fast 10 Bogen) und auch die Zahl der Abbildungen ist um 95 gestiegen. Es entspricht dies dem seit der ersten Auflage angewachsenen Material; der Verfasser hat die Litteratur[1]) sorgfältig benützt und auch neue eigene Beobachtungen vielfach mitgetheilt. Der innere Werth des Werkes ist dadurch beträchtlich gesteigert. Dass der Verfasser, der auf dem bearbeiteten Gebiete selbst in ausgedehnter Weise und mit Erfolg thätig gewesen ist, vor Allem seine eigenen Anschauungen vertritt und vertheidigt, ist sein gutes Recht. Die Meinungsverschiedenheiten werden in der physiologischen Pflanzenanatomie um so mehr verschwinden, je mehr die experimentelle Forschung in den Vordergrund tritt, gegenüber blossen auf Lagerungsverhältnisse, Analogiegründen etc. gegrün-

---

1) Dass Einzelnes dabei übersehen wurde, ist bei dem Umfang der Litteratur erklärlich. So z. B. die Angaben von Wildeman über die Anlegung der Scheidewände in den Moosprotonemen (cfr. pag. 197); — die Gelenkzellen der Dionaea — „Fühlborsten" sind ferner nicht, wie man aus der Angabe pag. 481 schliessen könnte, schon von Darwin, sondern erst vom Ref. beschrieben worden. Darwin hielt den ganzen unteren Theil der Borste für das Gelenk. Haberlandt's Abbildung stimmt mit der von mir gegebenen überein, weicht aber von der später von Macfarlan veröffentlichten ab. Was die Function des „Schwimmholzes" anbelangt, so citirt Haberlandt eine Angabe von Ernst, wonach die grossen, dünnwandigen, prismatischen Zellen der Stammanschwellung von Aeschynomene bei inundirten Stämmen stets mit Wasser gefüllt, bei trocken gelegten leer sei, und meint, wenn dies richtig sei, könne meine Annahme, dass es sich bei den sogen. Schwimmhölzern um eine biologisch dem Aerenchym gleichwerthiges Gewebe handle, nicht zutreffen. Es mag sein, dass gelegentlich Ernst's Beobachtung zutrifft. Aber es ist leicht, sich davon zu überzeugen, dass sie nur einen Ausnahmefall darstellen kann. Aeschynomene indica wird viel in unseren Gewächshäusern cultivirt. Das Holz der stärkeren Wurzeln ist, obwohl sie dauernd im nassen Schlamm sind, lufthaltiges „Schwimmholz".

deten Deutungen, auf die man allerdings zunächst noch vielfach angewiesen ist, wenn man sich von den Functionen bestimmter Gewebe eine Vorstellung machen will. Dem Referenten scheint aber, als ob der Verfasser auf die experimentelle Seite manchmal zu wenig Gewicht lege. Denn wenn er z. B. S. 201 anführt, zu Gunsten der Ansicht: „dass das Volumen der Orchideenwurzeln die Fähigkeit habe, Wasserdampf und andere gasförmige Bestandtheile der Luft zu condensiren“, spreche ein Versuch Unger's, so kann dieser „Versuch“ doch nicht als irgend beweisend erachtet werden. „Ein fingerlanger Laubspross von Spironema fragrans mit vier ausgewachsenen und einem ganz jungen Blatt, sowie mit einigen Luftwurzeln wurde an ein mit Oelfarbe angestrichenes Aststück gebunden und in's Gewächshaus aufgehängt. Im Laufe eines Jahres kamen vier neue Blätter und zahlreiche Luftwurzeln zur Entwickelung; das Gewicht des Sprosses stieg in dieser Zeit von 10,012 g auf 21,223 g; dieses mit einer so bedeutenden Gewichtszunahme verbundene Wachsthum setzt, wie Unger bemerkt, eine ausgiebige Absorption von Wasserdampf und Nährstoffen aus der Atmosphäre voraus.“ — Nun, meiner Meinung nach setzt dies Resultat nur voraus, dass der Gärtner die Pflanze mit Wasser versehen hat. Als ich seiner Zeit in einem botanischen Garten, der von einem berühmten Orchideenkenner geleitet wurde, die ziemlich schwächlichen Exemplare mit einigem Erstaunen ansah, sagte mir der Gärtner: „Ja, die wären schon alle todt, wenn wir sie nicht heimlich spritzten. Der Professor meint, sie sollten mit ihren Luftwurzeln Wasserdampf condensiren, aber das geht nicht.“ Nach meinen experimentellen Erfahrungen hatte der Gärtner recht. Indess es ist hier nicht der Ort, die Punkte aufzuzählen, in denen ich von Haberlandt's Auffassungen abweiche, sondern es soll nur auf das Erscheinen der neuen Auflage hingewiesen werden, die gewiss nicht weniger Anerkennung finden wird, als die erste. Möge sie namentlich zu weiteren experimentellen Untersuchungen anregen. K. Goebel.

Atlas und Grundriss der Bakteriologie und Lehrbuch der speciellen bakteriologischen Diagnostik von Prof. Dr. K. B. Lehmann und Dr. R. Neumann. München 1896. J. F. Lehmann's Verlag.

In Lehmann's Sammlung medicinischer Handatlanten ist als Band X das oben bezeichnete Handbuch der Bacteriologie erschienen, welches als ein vorzügliches Hülfsmittel bei bacteriologischen Arbeiten bezeichnet werden kann. Das Werk besteht aus zwei handlichen Bänden, von denen der eine den Text, der andere die Abbildungen enthält. Der Textband gibt in einem allgemeinen Theil eingehende Belehrung über alles, was über das Wesen der Bacterien bisher mit Sicherheit ergründet worden ist; wir haben es indes nicht mit einer blossen Zusammenfassung der Ansichten anderer Forscher zu thun, sondern der Verfasser, Prof. Lehmann, gibt reichlich aus dem Schatz seiner eigenen Erfahrungen und Forschungsergebnisse und hält auch dort, wo er sich mit den Anschauungen anderer beschäftigt, mit der eigenen Meinung nicht zurück. Er geht dabei von dem Grundsatze aus, den er als Motto seiner Arbeit voranstellt, dass ehrlich eingestandene und begründete Unsicherheit besser ist als scheinbare Sicherheit ohne die Angaben, worauf sie sich gründet.

Entsprechend dem Zweck des Buches sind in dem allgemeinen Theile diejenigen Eigenschaften und Merkmale der Bacterien in den Vordergrund gerückt, welche mit der Diagnostik in Beziehung stehen, ohne dass deswegen das Bild,

welches der Verfasser von dem Wesen der Bacterien gibt, unvollständig genannt werden könnte. Die Klarheit der Ausdrucksweise und die von vollkommener Beherrschung des Stoffes zeugende Uebersichtlichkeit der Darstellung ermöglichen es dem Verfasser, auf dem verhältnissmässig geringen Raum alles Wesentliche zu bringen. Einige Abschnitte, so z. B. derjenige über die chemischen Leistungen der Bacterien, überraschen geradezu durch die Reichhaltigkeit des in Kürze Gebotenen.

Der zweite grössere Theil des Textbandes ist der speciellen bacteriologischen Diagnostik gewidmet, er ist, wie der Tafelband, aus gemeinsamer Arbeit der beiden Verfasser entstanden. Bezüglich der systematischen Anordnung der einzelnen Gattungen und Arten folgen die Verfasser bei den Coccaceen und Bacteriaceen im allgemeinen dem von Hüppe gegebenen System. Bei jeder Gattung ist ein Schlüssel zur Bestimmung der wichtigsten Arten gegeben. Die sich anschliessende Einzelbeschreibung der Arten ist bei den wichtigeren Formen sehr ausführlich bei anderen gibt eine kürzere Beschreibung alle wichtigeren Eigenschaften an. Die Fadenbacterien, Leptothrix, Cladothrix etc. sind als höhere Spaltpilze in einem Anhange untergebracht, ebenso werden im Anhange behandelt Löffler's Diphtheriebacillus, den die Autoren unter dem neuen Gattungsnamen Corynebacterium beschreiben, ferner der als Mycobacterium tuberculosis bezeichnete Tuberkelbacillus Koch's und die von anderen Autoren als Actinomyces, Micromyces etc. bezeichneten Formen, welche hier in der unter Benützung des alten Wallroth'schen Namens gebildeten Gattung Oospora untergebracht werden. Einen ganz besonderen Werth verleiht dem diagnostischen Theil des Buches die Beigabe der 63 im zweiten Bande vereinigten farbigen Tafeln, auf denen die Culturen der wichtigsten Arten auf verschiedenen Nährböden und in verschiedenen Altersstufen und ferner mikroskopische Bilder gefärbter Bakterienpräparate in vorzüglicher Weise naturgetreu dargestellt sind. Man muss den Verfassern Dank wissen, dass sie die Mühe übernommen haben, so zahlreiche Objecte abzubilden; sie haben damit ein umfangreiches Vergleichsmaterial zugänglich gemacht, das für den Unterricht der Anfänger, dann aber auch bei allen bacteriologischen Arbeiten vortreffliche Dienste leistet. Die Wiedergabe der Farben im Druck ist in den allermeisten Fällen wohlgelungen. Ich bin überzeugt, dass das preiswerthe Werk sich viele Freunde erwerben wird.

Giesenhagen.

Monographie der Gattung Euphrasia von R. v. Wettstein (Arbeiten des botan. Instituts der k. k. deutschen Universität in Prag No. IX). 316 S. 4⁰, mit 14 Tafeln, 4 Karten und 7 Textillustrationen. Leipzig (W. Engelmann) 1896. — Mit einem De Candolle'schen Preise ausgezeichnete Arbeit.

Die Gattung wurde in demselben Umfange genommen wie in Bentham & Hooker's Gen. plant. und vom Verfasser selbst in Engler & Prantl's Natürl. Pflanzenfam., also mit Ausschluss von Odontites, Orthantha etc.

In einem allgemeinen Theil der Arbeit wird zunächst die äussere und innere Morphologie, dann die Physiologie und Biologie, und schliesslich die Artbildung, sowie die Entwickelungsgeschichte der Gattung und heute lebenden Arten derselben behandelt.

Der morphologische Aufbau ist in der ganzen Gattung einförmig und bietet im Allgemeinen nicht viel Bemerkenswerthes. Von besonderem Interesse sind jedoch natürlich die schon von L. Koch genau untersuchten Haustorien. Die Anlage dieser Organe ist exogen; sie repräsentiren keine metamorphosirten Nebenwurzeln, sondern stellen eigentümliche, in die Kategorie der Emergenzen zählende Bildungen dar. Mannigfaltig entwickelt und systematisch sehr wichtig sind die Trichome. Es sind dies theils nicht secernirende, zugespitzte Haare, theils drüsige Köpfchenhaare. Die letzteren sind entweder langestielt und schon bei Lupenvergrösserung sichtbar, oder mit sehr kurzem, einzelligem Stiele versehen und erst unter dem Miskroskope zu erkennen. Diese mikroskopischen Drüsenhaare, die übrigens unter zwei verschiedenen Formen auftreten, finden sich besonders massenhaft in den Vertiefungen zwischen den Nerven der Blattunterseite, fast regelmässig von Kalkkrystallen begleitet; sie dienen wahrscheinlich dazu, bei Befeuchtung durch Thau und Regen Wasser aufzunehmen, und gehören somit zu den „Hydathoden“ Haberlandt's. — Von den Trichomen abgesehen, erscheinen innerhalb der Gattung Euphrasia anatomische Charaktere für die Systematik der Formen nicht verwerthbar.

Die parasitische Lebensweise von Euphrasia hat der Verf. durch Culturversuche in grossem Maassstabe eingehend untersucht und die von Koch gewonnenen Resultate bestätigt. Aus den Versuchen ging u. a. Folgendes hervor: 1. Die Keimung der Samen erfolgt im Frühjahre unabhängig vom Zeitpunkte der Aussaat nnd unabhängig von der Gegenwart eventueller Nährpflanzen; wenn sie nicht im nächsten Frühjahre zur Keimung kommen, verlieren sie ihre Keimfähigkeit. 2. Die Keimpflanze vermag aus den in den Kotyledonen enthaltenen Reservestoffen nur bis zur Ausbildung der Primordialblätter zu gelangen. Durch Aufnahme von anorganischen Stoffen aus der Erde vermag die junge Pflanze zwar Stengel und viele Paare von Stengelblätter auszubilden, zur vollständigen Entwickelung derselben, insbesondere zur Bildung von Blüthen und Früchte, ist jedoch der Parasitismus unbedingt nothwendig. 3. Die Anlage der Haustorien ist von der Gegenwart geeigneter Nährwurzel abhängig, erfolgt also wahrscheinlich durch chemotaktischen Reiz. — Als Nährpflanzen von E. Rostkoviana wurden constatirt Poa nemoralis, P. annua, Agrostis vulgaris, von E. Salisburgensis Carex alba. — Die Bestäubungseinrichtungen[1]) sind verschieden und von besonderer Wichtigkeit, weil die Arten zum guten Theile in Anpassung an verschiedene Formen der Narbenbelegung entstanden sind. Die mit grossen augenfälligen Blüthen versehenen Arten (z. B. E. Rostkoviana), welche insektenreiche Gebiete bewohnen, sind ausgesprochen entomophil; die Blüthen sind im ersten Stadium der Anthese rein weiblich, später rein männlich; Autogamie kann höchstens nur zufällig eintreten. Bei Arten mit mittelgrossen Blüthen (z. B. E. stricta) kommt sowohl Auto- als Xenogamie vor; im ersten Stadium erscheinen die Blüthen weiblich, später, weil beide Geschlechtsorgane funktionsfähig sind, hermaphrodit, endlich aber nach Absterben der Narbe rein männlich. Kleinblüthige Arten (z. B. E. gracilis, minima), die zum grossen Theile hochalpine oder nordische Gegenden bewohnen, sind der Autogamie angepasst; Xenogamie tritt nur facultativ ein; schon beim Oeffnen der Corolle sind hier auch die Antheren geöffnet.

---

1) Die zahlreichen früheren Schilderungen besitzen nur wenig Werth, da bei den meisten Autoren nur von „E. officinalis“ die Rede ist.

Bezüglich der Frage von der Entstehung der Arten wird vom Verf. mit Recht hervorgehoben, dass dieselbe nicht, wie vielfach geschieht, bloss zum Gegenstande logischer Deductionen gemacht, sondern streng inductiv, auf dem Wege der Beobachtung und des Experimentes behandelt werden muss. Bei der Gattung Euphrasia erscheinen nun als nächste Ursachen der Artbildung folgende drei Factoren: 1. die Hybridisation, 2. die Verbreitung über Gebiete von verschiedener klimatischer Beschaffenheit, 3. die Unterbrechung der Vegetationszeit des Individuums durch äussere Ursachen. Die Möglichkeit der Entstehung samenbeständiger Formen durch Bastardirung ist dadurch gegeben, dass in der Regel bei den hybriden Euphrasien die Herabsetzung der Functionsfähigkeit der Geschlechtsorgane keine bedeutende ist, sowie dadurch, dass bei allen Autogamie wenigstens möglich ist. Da aber bei der Hybridisation in der Regel nichts absolut Neues, sondern nur Intermediäres geschaffen wird, will es dem Ref. scheinen. als ob dieser erste Factor für die eigentliche, in divergente Typen resultirende Neubildung von geringer Bedeutung sei. — Auch wird vom Verf. die zweiterwähnte Ursache der Artbildung, nämlich die Anpassung an verschiedene klimatische Factoren, als die wichtigste bezeichnet. Seine in mehreren früheren Arbeiten ausgesprochenen Ansichten über den Gang der Bildung solcher an geographisch geschiedene Factoren angepasste Formen haben durch die Ergebnisse der vorliegenden Monographie eine weitere Stütze erhalten. So hat es sich aus den sehr eingehenden Untersuchungen über die geographische Verbreitung ergeben, dass auch innerhalb der Gattung Euphrasia Arten grösster Verwandtschaft, welche eben in Anpassung an verschiedene klimatische Factoren in jüngster Zeit entstanden sind, geographisch sich streng ausschliessen; erst höheres Alter, also weitere Verwandtschaft, ermöglicht wieder gemeinsames Vorkommen oder trennt die Areale der Arten durch grössere Zwischengebiete. Hand in Hand mit der geographischen Gliederung geht die morphologische Gestaltung, indem solche räumlich sich ausschliessende Formen, wenn auch deutlich, so doch stets nur graduell verschieden sind, während zwischen älteren, zusammen vorkommenden, grössere Verschiedenheiten obwalten. Dies deutet darauf hin, dass bei diesem Typus der Artbildung die Formveränderung nicht von der Pflanze ausgeht und von den umgebenden Factoren bloss fixirt wird, sondern dass die letzteren selbst die Formveränderung bedingen, die dann selbstverständlich stets zweckmässig sein muss, so dass die auslesende Wirkung des Kampfes ums Dasein entfallen kann. — Der dritte, obengenannte Modus der Artbildung, die Anpassung an verschiedene Abschnitte der Vegetationszeit, spielt bei der Gattung Euphrasia eine bedeutende Rolle und führt, wie bei Alectorolophus, vielen endotrichen Gentianen etc., zur Entstehung von früh- und spätblühende, morphologisch von einander wenig abweichende Parallelarten. Da diese Parallelarten wiesenbewohnend sind und nach Culturversuchen und Beobachtungen in der Natur zwischen hohem Grase nicht gut zum Blühen gelangen, denkt sich der Verf. deren Entstehung folgendermaassen: Die Ahnen der betreffenden Euphrasien waren sommerblüthig; in Wiesen konnten sie im Sommer nicht zur Blüthe kommen, einerseits weil das mächtig anwachsende Gras dies verhinderte, andererseits weil der regelmässige Grasschnitt dies nicht zuliess. Es konnten also nur Exemplare zur Samenreife gelangen, welche entweder abnorm früh — vor der kritischen Zeit — oder abnorm spät blüthen; durch Vererbung der Eigenschaften dieser Exemplare entstanden die Parallelarten. Diese Erscheinung, die zugleich ein eklatantes Beispiel der Art-

bildung durch Zuchtwahl ist, hat der Verf. schon früher als Saison-Dimorphismus bezeichnet.[1]) Als Hauptursache derselben betrachtet der Verf. den auf den mitteleuropäischen Wiesen in jedem Hochsommer eintretenden Grasmaht, und wir hätten demnach Arten vor uns, die erst in jüngster Zeit, in Anpassung an die durch den Menschen herbeigeführten Vegetationsverhältnisse, entstanden sein können und für deren Altersbestimmung wir mithin Anhaltspunkte besitzen. Vielleicht hat der Verf. die genannte Wiesenwirthschaft als wirkende Ursache der betreffenden höchst interessanten Erscheinung überschätzt, da wenigstens in Skandinavien einige der betreffenden Parallelarten Standorte bewohnen, wo ein solcher Grasschnitt nicht vorkommt, und wohl auch anderwärts Gebiete einnehmen, wo der regelmässige Grasmaht nicht sehr viele Jahrhunderte zurückreicht.

Bezüglich des Ursprunges der Gattung Euphrasia ist der Verfasser zu dem Resultat gekommen, dass sich dieselbe nebst den Gattungen Bartschia, Odontites, Orthantha, Omphalothrix, Parentucellia und Bellardia aus einer tertiären polymorphen Formengruppe, die er mit dem theoretischen Namen Palao-Bartschia bezeichnet, entwickelte. Relativ früh vertheilten sich die Ahnen der Gattung Euphrasia auf zwei Entwickelungsreihen, die den beiden Sectionen der heutigen Gattung entsprechen; die eine, Sect. Eueuphrasia Wettst., umfasst die australischen und palaeoarktischen, die andere, Sect. Trifidae Benth., die andinen Arten. Innerhalb beider Sectionen, speciell der ersteren, traten später weitere Spaltungen ein, so dass man im Ganzen sieben Entwickelungsreihen erhält. Den von zahlreichen graphischen Darstellungen illustrirten Deductionen des Verf. bezüglich der Phylogenie der verschiedenen Arten dieser sieben Reihen können wir hier nicht folgen. Soweit der Ref. zu beurtheilen vermag, stehen sie mit allen Thatsachen im Einklang und besitzen zweifellos im allgemeinen einen dauernden Werth. Insbesondere hat die neben dem morphologischen Vergleiche in Betracht gezogene geographische Vertheilung der Formen zu einer festen Basis beigetragen.

Nach einer Bestimmungstabelle folgt sodann der spezielle Theil der Arbeit. Die Zahl der Species beläuft sich auf 88, darunter 23 hier zum ersten Male beschrieben. Bezüglich der Auffassung des Artbegriffes ist der Verf. von dem Prinzipe ausgegangen, dass man bei der Systematisirung einer Artengruppe das thatsächlich Beobachtete von dem Erschlossenen streng auseinanderhalten muss, also nicht etwa durch Subsumirung muthmaasslich jüngerer Arten als niedere systematische Einheiten unter höhere seinen Anschauungen Ausdruck zu geben, sondern die Erkennung genetischer Beziehungen zum Gegenstand getrennter Erörterungen zu machen. In Uebereinstimmung hiemit hat der Verf. alle durch deutlich ausgeprägte, bei dem Individuum unabhängig von äusseren Einflüssen auftretende Merkmale unterscheidbaren Formen als Arten aufgeführt und im allgemeinen Theile seine Ansichten über den entwickelungsgeschichtlichen Zusammenhang niedergelegt. Die graphischen Darstellungen, welche die phylogenetischen Betrachtungen begleiten, geben jedoch zugleich genaue Auskunft darüber, wie Arten höheren Ranges zu begrenzen sind, um wissenschaftlich begründet zu sein[2]). Als Varietäten werden solche Formen aufgeführt, welche direct durch äussere Momente hervorgerufen wurden. Zur Feststellung der Arten, Varietäten etc. hat

---

1) Ein wahrer Saison-Artdimorphismus, nicht wie bei vielen Schmetterlingen Saison-Generationsdimorphismus.

2) Vgl. auch einen Aufsatz des Verf. in Oesterr. bot. Zeitschr. 1896 No. 11.

der Verfasser nicht nur eingehende Beobachtungen in der Natur angestellt, sondern auch in grossem Ausmaasse sich der Kulturversuche bedient. — Da der Verf. mit Recht in dem Studium der geographischen Verbreitung der einzelnen Sippen eines der wichtigsten Mittel zur Erkenntniss der Entwickelungsgeschichte sieht, wurde auf die geographischen Angaben die grösste Sorgfalt verwendet. Die Standortsangaben beruhen also fast ausschliesslich auf vom Verfasser selbst gesehenen Exemplaren und da sie äusserst zahlreich und ausführlich sind, werden sie natürlich auch zur leichten Erkennung der Arten des Verf. sehr beitragen. — Von hybriden Euphrasien werden nicht weniger als 22 aufgeführt. Die doppelte Benennung unzweifelhafter Bastarde (z. B. „E. Rostkoviana × E. alpina. — E. digenea Wettst.“ anstatt „E. alpina × Rostkoviana“) scheint dem Ref. überflüssig zu sein.

Die Arbeit wird von sechs lithographischen und acht Lichtdrucktafeln, sowie von vier Karten begleitet. Die Lichtdrucktafeln, welche natürlich über die Behaarung und derartige feinere Details keinen Aufschluss geben können, besitzen trotzdem einen sehr hohen Werth, weil sie photographische Aufnahmen von Originalexemplaren von nicht weniger als 57 Arten bringen.

Wer sich ein wenig mit den Euphrasien beschäftigt hat, wird leicht einsehen, welche bedeutende Leistung für die Systematik dieser Gattung die vorliegende Monographie repräsentirt. Die Bedeutung dieser Arbeit wird aber noch dadurch sehr erhöht, dass sie für eine induktive Behandlung der Frage nach der Entstehung der Arten ein äusserst werthvolles Material gebracht hat; zugleich ist sie ein Beweis dafür, dass die vom Verf. verfolgte geographisch-morphologische Methode bei der Systematisirung der Arten zu den schönsten Resultaten führt.

Murbeck (Lund).

Ueber das Verhalten der Kerne bei der Fruchtentwickelung einiger Ascomyceten von R. A. Harper (Pringsheim's Jahrbücher XXIX, p. 655—685).

In der vorliegenden Arbeit liefert uns der Verfasser eine Ergänzung seiner in den Berichten d. d. b. G. 1895 erschienenen Studien. Dieselben beziehen sich auf die Perithecienentwickelung der Sphaerotheca Castagnei, Erysiphe communis und der Früchte des Ascobolus. Bei den zwei ersten Arten wird die Befruchtung mit Rücksicht auf die Kernstudien, bei allen drei die Bildung der Ascosporen beschrieben, und so eine Bestätigung der Arbeiten von De Bary und seiner Schüler, aber auch eine Erweiterung derselben geliefert. In dieser Beziehung muss man der Harper'schen Arbeit, die in der berühmten Controverse zwischen De Bary und Brefeld über die Sexualität der sog. „höheren Pilze“ ein entscheidendes Wort spricht und die Anschauungen des ersteren bestätigt, die ihr gebührende Aufmerksamkeit schenken.

Die Bildung der Ascosporen entsteht bei den Erysipheen so, dass zunächst die Zellkerne der Eizelle und des Antheridiums copuliren, die so entstandene Ascogonzelle theilt sich mehrmals, und eine von den secundären Ascogonzellen bildet bei Sphaerotheca den Ascus, indem in derselben zwei Kerne zunächst verschmelzen, um sich dann dreimal zu theilen, und so die acht Kerne des Ascus zu liefern. Bei Ascobolus (und Peziza) sollen bei der Ascusbildung auch mehrere Kerne mit einander verschmelzen. In welchem verwandtschaftlichen Verhältnisse die verschmelzenden Kerne der Erysipheenasci zu einander stehen

konnte leider der Verfasser nicht feststellen; bei dem Ascobolus, wo die Ascogonzellen vielkernig sind, ist die Sache noch schwieriger, doch glaubt der Verfasser annehmen zu müssen, dass die copulirenden Kerne keine Schwesterkerne sind. Die Bildung der Ascosporen in dem Ascus fasst der Autor als ein Analogon zur Bildung der Sporen- oder Pollenzellen von einer Sporenmutterzelle bei den höheren Pflanzen auf.

Es ist das eine Auffassung, die der Referent nicht theilen kann, und zwar zunächst aus dem Grunde, weil bei den so gut bekannten Vorgängen der Sporen- oder Pollenmutterzellenbildung bis jetzt noch nie eine Copulation zweier Kerne beobachtet wurde, die doch eben das charakteristische bei der Ascosporenbildung darstellt.

Der Referent suchte auch (Flora Bd. 82) nach Analogien jener Kernverschmelzung, aber nicht bei den verwandtschaftlich fremden Archegoniaten, sondern bei den Basidiomyceten, Uredinen etc., wo ganz derselbe Vorgang der Kernverschmelzung die Bildung der Basidiosporen vorangeht. Ich habe auch die Teleutosporen, Brandsporen, Basidien und Ascen unter dem gemeinsamen Begriff einer Zeugite gebracht, wo eine Verschmelzung zweier Kerne stattfindet, aber keine solche Befruchtung wie bei den vielen Phycomyceten. Da dem Verfasser diese Annahme des Referenten nicht ohne Weiteres einleuchtend erscheint, so möchte ich hier diese Frage um so mehr gerne kurz besprechen, als ich in letzter Zeit meine Untersuchungen auf zahlreiche Pilzformen erweitert habe, augenblicklich jedoch dieselben unterbrechen musste.

Ich meine, dass nur die von Wager, Rosen und Harper in mehreren Fällen erwähnte Copulation von mehr als zwei Kernen bei der Bildung einer Zeugite, mag sie eine Basidie oder ein Ascus sein, in gewisser Hinsicht die Schärfe des Begriffes einer Zeugite beeinträchtigen könnte. Nun muss ich aussprechen, dass ich nie in den vielen untersuchten Fällen die Verschmelzung von mehr als zwei Kernen in flagranti beobachten konnte, während diese letztere sehr leicht nachzuweisen ist. Auch dann, wo in einer Endzelle, die die Zeugiten liefern kann, zahlreiche Kerne vorkommen, so z. B. manchmal über 10 bei Puccinia Buxi, verschmelzen in der Zeugitzelle nur zwei. Diese Verschmelzung ist besonders dann leicht zu sehen, wenn die Zeugite zugleich Dauerspore wird (z. B. bei den Uredineen und den Ustilagineen), aber auch bei den Tremellineen (Sebacina, Exidia, Tremella). Bei den Basidiomyceten habe ich bei Tomentella, Hypochnus, Thelephora, Hysterangium, Amanita bulbosa und muscaria immer nur zwei Kerne der Zeugite (hier Basidie genannt) beobachten können, ebenso bei den Ascomyceten: Phyllaclinia, Pertusaria, Leottia, Macropodia, Helvella, Morchella, Otidea. Bei vielen anderen Arten hat Dangeard schon früher dieselbe Beobachtung gemacht.

Bis jemand das Gegentheil beweisen kann, sind wir gezwungen anzunehmen, dass in jungen Ascen, Basidien, Teleutosporen und Brandsporen immer eine Verschmelzung zweier Kerne stattfindet, welcher ebenso constant eine einmalige (Agaricus campestris), zweimalige (die meisten Basidiomyceten, Uredineen, Tuber) oder dreimalige (die meisten Ascomyceten) Theilung desselben folgt, die immer zur Bildung der Sporen führt.

Von dem Momente an, wo diese so weitgehende Uebereinstimmung zwischen den bis jetzt als heterogen betrachteten Pilzgruppen, den Asco-, Basidiomyceten, Tremellineen, Uredineen und Ustilagineen, festgestellt wurde, ist es meiner

Ansicht nach die Pflicht der systematischen Botanik, als einer inductiven und vergleichenden Wissenschaft, derselben Rechnung zu tragen und dieser Umstand hat mich veranlasst, den Begriff einer Zeugite aufzustellen.

Eine Zeugitenzelle bildet entweder Endosporen (Ascomyceten), oder Exosporen und zwar die letzteren auf verschiedene Weisen. Den einfachsten denkbaren Fall, das ist eine einfache Theilung der Zeugite durch Querwände und Zerfallen der so entstandenen Sporen auseinander, finden wir zwar in Natur normal nicht vor. Man kann ihn jedoch künstlich bei Puccinia Malvacearum hervorrufen, wo bei einer Cultur auf festem Nährboden die einzelnen Zellen der Basidie keine Sterigmen und Sporidien (wie z. B. bei Wasserculturen) bilden, sondern sich einfach von einander trennen und zerfallen. Sonst bilden immer die Zellen der getheilten Zeugite der Uredineen, Ustilagineen, Tremellineen oder Basidiomyceten die sog. Sporidien oder Basidiosporen, ein Vorgang, der ganz der Bildung der Secundärconidien der Entomophtoreen entspricht und eine biologische Ausbreitungsanpassung darstellt. Bei den Basidiomyceten unterbleibt dabei die Bildung der Querwände zwischen den einzelnen Zellen der Zeugite, so wie z. B. bei einigen Pythiumarten dieselbe zwischen den einzelnen sporangienliefernden Abschnitten der Hyphen unterbleibt, während dieselben bei anderen vorhanden ist. Zwischen den Tremellineen, Uredineen und Ustilagineen haben wir alle Uebergänge. Eine Uredinee, wie Coleosporium, entwickelt die Zeugiten nicht als Dauersporen und theilt dieselben bald horizontal, bald vertical durch Querwände.

Aus dem oben Erwähnten ist ersichtlich, dass alle sog. „höhere Pilze" durch das Stattfinden einer Kernverschmelzung in der Zeugite gekennzeichnet sind. Den secundären, biologisch wichtigen Differenzen in der weiteren Entwickelung der Zeugite haben die Systematiker längst ihre Aufmerksamkeit geschenkt und wegen dieser Differenzen die einzelnen Gruppen der eigentlichen Myceten aus einander getrennt. Das gemeinsame Vorhandensein der Zeugite belehrt uns dagegen, dass wir in den oben genannten Myceten einen grossen reichlich differenzirten und doch durch Uebergänge verbundenen, von den anderen Pilzgruppen sehr scharf abgegrenzten Typus, einen Architypus in dem Sinne von Sachs vor uns haben, den Architypus der eigentlichen Pilze, der Myceten.

Bei den niederen Pilzen ist es nie gelungen, etwas einer Zeugite Analoges auszufinden, und eben diese der Bildung der Asco-, oder Basidiosporen vorangehende Kerncopulationen in der Zeugite haben uns bewiesen, dass die Brefeld'sche Anschauung, welche die Asci von den Sporangien, die Basidiosporen von den Conidieen phylogenetisch ableitet, der Natur der Sache widerspricht, phylogenetisch fremde Gruppen, wie die Phycomyceten und eigentlichen Myceten, zusammenwirft, verwandte dagegen auseinanderlegt, so z. B. die Asco- und Basidiomyceten.

Unter den sog. niederen Pilzen können wir schon heute mehrere Architypen in dem Sinne Sachs' unterscheiden, die den Siphoneen analoge Siphomyceten (Saprolegnieae, Peronosporeae, Zygomyceten, vielleicht auch Cladochytrieae etc.), die den Conjugaten ähnliche Pilze wie Basidiobolus und die beiden von einander getrennte geschlechtlose Architypen der Mycetozoen mit Plasmodienbildung und der Synchytrieen. Die näheren Untersuchungen werden vielleicht noch die Zahl der pilzlichen Architypen erhöhen.

Während wir mit Harper nicht einverstanden sind, welcher in dem Ascus ein Analogon der Sporenbildung der Archegoniaten sieht, so wollen wir hinweisen

auf die Analogie zwischen der Zeugitenbildung und der sog. secundären Befruchtung der Florideen. In dem letzteren Fall copuliren zwar die Kerne zweier verschiedener Zellen, während dieselben bei den Myceten in einer gemeinsamen Blase neben einander sitzen. Doch scheint mir dieser Umstand nur nebensächlicher Natur zu sein und zwar in ähnlicher Bedeutung als das Vorhandensein der Zygosporen oder Azygosporen bei den Zygomyceten. M. Raziborski.

A. Zimmermann. Die Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkernes. Eine kritische Litteraturstudie. Jena, Verlag von G. Fischer. 1896. Preis 5 Mk.

In dem vorliegenden Buche hat der Verfasser die zahlreichen, in der Litteratur zerstreuten Angaben, welche sich auf den pflanzlichen Zellkern beziehen, zusammengestellt und kritisch beleuchtet. Das Buch zerfällt in zwei Theile, in einen allgemeinen, in welchem neben der Besprechung der Untersuchungsmethoden die Chemie, Morphologie und Physiologie des pflanzlichen Zellkernes behandelt ist, und in einen speciellen Theil, in dem unsere Kenntnisse der Zellkerne verschiedener Pflanzengruppen in systematischer Reihenfolge zusammengestellt sind.

Bei der sehr zerstreuten Litteratur, die die Zellkerne der Pflanzen behandelt, ist die Herausgabe eines Werkes, wie des vorliegenden, sehr nützlich und speciell einem Anfänger der zahlreichen Abbildungen wegen empfehlenswert.

In dem Buche sind viele neue Beobachtungen des Verfassers zum ersten Mal mitgetheilt. Von diesen möchte ich hier hervorheben, dass es ihm trotz der vielfachen Bemühungen nicht gelungen ist, in pflanzlichen Zellen die Centrosomen sichtbar zu machen. Zu ähnlichen Resultaten bin auch ich bei vielen Objecten gelangt, so z. B. bei Lilium Martagon und Fritillaria, wo ich trotz aller angewandten Fixationsmittel nie die Centrosomen in den ruhenden Kernen sehen konnte. Dagegen waren, jedoch nur in vereinzelten Fällen, während der Karyokinese an der Spitze der Spindel Gebilde sichtbar, die mit den Guignard'schen Zeichnungen grosse Aehnlichkeit haben. In dem Fritillariaendosperm konnte ich manchmal schon ohne Färbung an der Spitze der karyolytischen Spindel zwei stärker lichtbrechende Körper sehen. Bei Basidiobolus, wo die Polstrahlungen stärker ausgebildet sind als bei den meisten anderen Pflanzen, sind trotzdem keine differenzirte Centrosomen sichtbar, ebensowenig in Agaricusbasidien. Dagegen ist es verhältnissmässig leicht, die Centrosomen während der Theilung der Pollenmutterzellen von Asclepias sichtbar zu machen. Hier sind die Zellen im Verhältniss zu den Kernen enorm gross, mit Plasma dicht gefüllt, die karyolytischen Spindeln sind zwar schmal, aber sehr lang. An der Spitze derselben, und zwar ebenso bei Fixation mit Alkohol, wie mit Salpetersäure oder Hermann'scher Lösung und Färbung mit Haematoxylin, sind die Centrosomen — besonders mit schwacher Vergrösserung untersucht — deutlich. Sind jedoch die Schnitte sehr dünn und die Linse stark genug, so erscheinen die vermeintlichen kugligen Centrosomen nur als Centra der radiären Plasmastrahlungen. So habe ich die Anschauung gewonnen, dass die Centrosomen keine individualisirten und begrenzten Organe der Zelle sind, sondern nur die Centra der in den pflanzlichen Zellen gewöhnlich schwach entwickelten Archoplasmastrahlungen darstellen. M. Raciborski.

Eingegangene Litteratur.

Arnoldi W., Die Entwickelung des weiblichen Vorkeimes bei den heterosporen Lycopodiaceen. M. 1 Taf. S.-A. aus Bot. Zeitung 1896, Heft IX.

Aschworth J. H., On the structure and contents of Anthoceros tuberosus Taylor. M. 1 Taf. (From Volume 41, Part. I. of Mémoires and Proceedings of the Manchester Literary and Philosophical Society.)

Beck G. v., Ueber die individuelle Variation der Blüthen und deren Bedeutung. 1896. S.-A. aus der Wiener illustrirten Gartenzeitung.

— — Eine neue Laminaria aus der Adria. S.-A. aus den Verhandlungen der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, Bd. XLVI. 1896.

— — Ueber die Formen der Anthyllis Dillenii Ant. S.-A. aus den Verhandlg. der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, Bd. XLVI. 1896.

Behrens J., Die Infectionskrankheiten des Weines. S.-A. aus dem Centralblatt f. Bacteriologie, Parasitenkunde und Infectionskrankheiten. II. Abth., Bd. II, 1896. Nr. 6/7.

— — Studien über die Conservirung d. Zusammensetzung des Hopfens. Berlin (Paul Parey) 1896.

— — Morphologie und Biologie der nicht pathogenen Spaltpilze. S.-A. aus Ergebnisse der allgem. Pathologie und pathologischen Anatomie des Menschen und der Thiere.

— — Die Beziehungen der Mikroorganismen zum Tabakbau und zur Tabakfabrikation. S.-A. aus Centralblatt für Bacteriologie, Parasitenkunde und Infectionskrankheiten. II. Bd. 1896.

Bommer J. E. u. H. Christ, Filices (Costaricenses). Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique. tome XXXV, 1896.

Bower F. O., Studies in the morphology of Spore-producing Members. M. 9 Taf. 1896. II. Ophioglossaceae. London, by Dulan and Comp. 37 Soho Square W.

Brandis Die Familie der Dipterocarpeen und ihre geographische Verbreitung. S.-A. aus den Sitzungsberichten der Niederrhein. Gesellschaft für Natur und Heilkunde in Bonn. 1896.

Brebner G., On the Prothallus and Embryo of Danaea simplicifolia, Budge. M. 1 Taf. S.-A. aus Annals of Botany. Vol. X. Nr. 38. 1896,

Briquet J., Questions de Nomenclature. Tirage a part des observations préliminaires du volume II de la Flore des alpes maritimes par Emil Burnut. 1896.

— — Recherches anatomiques sur l'appareel végétatif des Phrymacées, Stilboidées, Chloanthoidées et Myoporacées. S.-A. aus Mémoires de la société de physique et de l'histoire naturelle de Genève. P. XXXII. 2. partie, Nr. 3. 1896.

Čelakovský L. J., Ueber die ramosen Sparganien Böhmens. M. 1 Taf. S.-A. aus der Oesterr. bot. Zeitschrift, Jahrg. 1896, Nr. 11 u. 12.

Christ, H., Lycopodiaceae. Extrait du Bulletin de la Société royale de botanique de Belgique, tome XXXV, 1896 premiere partie.

— — Selaginellaceae. Extrait du Bulletin de la Société de botanique de Belgique, tome XXXV, 1896. I. partie. Ibid.

Dingler H., Ueber abnorme Ausbildungen des Grasstammes. M. 2 Holzschnitt. S.-A. aus d. Berichten der Deutsch. bot. Gesellschaft. Band XIV Heft 8. 1896.

Farlow W. G., Notes on collections of Cryptogams from the higher mountains of New-England. From the Proceedings of the Boston Society of Natural History, Vol. XXV. 1892.

— — A sketch of Cryptogamic Botany in Harvard University. 1874—1896.

— — Note on Agaricus Amygdalinus M. A. Curtis. From the Proceedings of the Boston Society of Naturel History Vol. XXVI.

Farneti R., Ricerche di briologia paleontologica nelle torbe del sottosuolo parese appartenenti al periodo glaciale. M. 1 Taf. S.-A. Atti dell' Istituto botanico della R. universita di Pavia.

Figdor W., Ueber Cotylanthera Bl. Ein Beitrag zur Kenntniss tropischer Saprophyten. Extr. des annales du Jardin Botanique de Buitenzorg. Vol. XIV, 1, pag. 213—240. 1896. M. 2. Taf.

Fischer Ed., Contributions à l'étude du genre Coleosporium. Extrait du Bulletin de la Société botanique de France. T. XLI.

Fischer Ed., Ueber den Parallelismus der Tuberaceen und Gastromyceten. 1896. S.-A. aus den Berichten der Deutsch. bot. Gesellschaft. Bd. XIV. H. 3.
Gerasimoff J. J., Ueber ein Verfahren, kernlose Zellen zu erhalten. Moskau 1896.
Gomont, M., Contribution a la Flore algologique de la haute Auvergne. M. 1 Taf. Extrait du Bulletin de la Society botanique de France, T. XLIII. 1896.
Hallier H., Ueber Paphiopedilum amabile und die Hochgebirgsflora des Berges K'lamm in Westborneo, nebst einer Uebersicht über die Gattung Paphiopedilum.. Extrait des annales du jardin de Buitenzorg Vol. XIV, 1, 1896. M. 1 Taf.
Hartig R., Innere Frostspalten, m. 7 Fig. S.-A. aus der Forstlich-naturwissenschaftl. Zeitschrift. 12. Heft 1896.
— — Berichtigung, die Untersuchung von Rauchbeschädigungen betreffend. S.-A. aus der Zeitschrift für Forst- und Jagdwesen. 1896.
Heffter, Beiträge zur chemischen Kenntniss der Cactaceen. S.-A. aus der Apothekerzeitung 1896, Nr. 79. (Berlin, Gust. Schenck Sohn.)
Hick Th., On Rachiopteris cylindrica, Will. (From the Volume 41, Part. I of Memoires and proceedings of the Manchester Literary and Phylosophical Society 1896—97.) M. 1 Taf.
Hieronymus G., Bemerkungen über einige Arten der Gattung Stigonema Ag. S.-A. aus „Hedwigia" Bd. XXXIV. 1895.
— — Plantae Lehmannianae in Guatemala, Costarica, Columbia et Ecuador collectae, additis quibusdam ab aliis collectoribus ex iisdem regionibus necnon e Venezuela et Peruvia allatis, quas determinavit et descripsit adjuvantibus aliis. 1895. S.-A. aus Engler's bot. Jahrb. XX. Bd. 3. Heft. Ibid. XIX. Bd. 1. Heft.
— — Beiträge zur Kenntniss der Pteridophyten-Flora der Argentina u. einiger angrenzender Theile von Uruguay, Paraguay u. Bolivien. S.-A. aus Engler's bot. Jahrb. 22. Bd. 2./3. Heft. 1806. Ibid.
— — Plantae Stuebelianae novae quas descripsit adjuvantibus aliis auctoribus. Ibid. 21. Bd. 4. Heft.
Ikeno S., Note préliminaire sur la Formation de la Cellule de Canal chez le Cycas revoluta. (Reprinted from the Botanical Magazine. Vol. X. Nr. 115.) Tokyo 1896. M. 1. Taf.
Janczewski E., Zawilec Anemone L. Studyum Morfologiczne Czesc IV. M. 2 Taf.
Janse J. M., Les endophytes radicaux de quelques plantes javanaises et quelques mots sur le développement d'une petite truffe. M. 11 Taf. 1896. Extrait des Annales du Jardin botanique de Buitenzorg. Vol. XIV I. pag. 53—212.
Jennings Vaughan, On two new species of Phycopeltis from New Zealand. M. 2 Taf. S.-A. from the Proceedings of the Royal Irish Academy Dublin 3 rd. Ser., Vol. III, Nr. 5. 1896.
Jonkman H. F., Ueber einen Keimungsapparat. M. 1 Abb. S.-A. aus Bot. Centralblatt. Bd. LXVIII, Nr. 8.
— — L'embryogénie de l'Angiopteris et du Marattia. M. 4 Taf. Extrait des Archives Néerlandaises. T. XXIX.
Karsten G., Untersuchungen über Diatomeen. M. 2 Taf. S.-A. aus Flora od. allg. bot. Zeitung 1897, 83. Bd. Heft I.
Klebahn H., Beobachtungen über Pleurocladia lacustris A. Br. M. 1 Taf. S.-A. aus den Berichten der deutschen bot. Gesellschaft, Jahrg. 1895 Bd. XIII, Heft 3.
— — Beiträge zur Kenntniss der Auxosporenbildung. I. Rhopalodia gibba (Ehrenb.) O. Müller. M. 1 Taf. S.-A. aus den Jahrb. f. wissenschftl. Botanik Bd. XXIX, Heft 4, 1896.
Kny L., Ueber den Einfluss von Zug u. Druck auf die Richtung der Scheidewände in sich theilenden Pflanzenzellen. S.-A. aus den Berichten d. deutschen bot, Gesellschaft, Jahrg. 1896 Bd. XIV, H. 9. M. 2 Holzschnitten.
Koorders S. H., Morphologische und physiologische Embryologie von Tectona grandis Linn. (Djati- od. Teak-Baum). M. 7 Taf. S.-A. aus Engler's botan. Jahrbüchern XXI. Bd. H. 4 1896.
Kraft S., Beiträge zur Kenntniss der Sarraceniaceengattung Heliamphora. München 1896. (Inaug.-Dissertation Erlangen.)
Krása P. A. J., Untersuchungen über den Ursprung des Petasites Kablikianus Tausch. M. 1 Taf. S.-A. aus der Oesterr. bot. Zeitschrift Jahrg. 1896, Nr. 10.

Lang W. H., Preliminary Statement on the development of Sporangia upon Fern Prothalli. S.-A. from the proceedings the Royal Society. Vol. 60.
Loesener Th., Beiträge zur Kenntniss der Matepflanzen. S.-A. a. d. Berichten der Deutschen Pharmaceutischen Gesellschaft, 6. Jahrg. 1896, Heft 7.
Loew O., The energy of living protoplasm. London, Kegan Paul, Trübner u. Co. paternoster house, charing cross road. 1896.
Mac-Dougal D. T., The mechanism of Movement and Transmission of Impulses in Mimosa and other „sensitive" Plants. A review with some additional experiments. 1896. Reprinted from the Botanical Gazette. Vol. XXII, Nr. 4.
— — The mechanism of Curvature of Tendrils. M. 1 Taf. S.-A. „Annals of Botany", Vol. X. Nr. XXXIX. 1896.
Mac Millan C., Some Considerations on the alternation of generations in plants. Delivered before the botanical seminar of the university of Nebraska. 1896.
— — Some Considerations on the alternation of generation in plants. 1896. Lincoln, Nebraska. U. S. A.
Matouschek F., Ueber zwei neue Petasites-Bastarde aus Böhmen. M. 1 Taf. S.-A. aus der Oesterr. bot. Zeitschrift. Jahrg. 1896, Nr. 7 u. 8.
Meyer A., Die Plasmaverbindungen und die Membranen von: Volvox, Globator, Aureus und Tertius mit Rücksicht auf die thierischen Zellen. M. 1 Taf. S.-A. aus der bot. Zeitung. 1896. Heft XI u. XII.
Mez C., Der heutige Stand der bacteriologischen Systematik. S.-A. aus „Botanisches Centralblatt". Bd. LXVIII. 1896.
Molisch H., Die Ernährung der Algen. (Süsswasseralgen, 2. Abhandlung.) S.-A. aus den Sitzungsber. d. kaiserl. Academie d. Wissenschaft. in Wien. Mathem.-naturw. Classe, Bd. CV. Abth. I. Oct. 1896.
Möbius M., Uebersicht der Theorien über die Wasserbewegung in den Pflanzen. S.-A. aus dem biologischen Centralblatt. Bd. XVI, Nr. 15. 1896.
Murray G., On the reproduction of some Marine Diatoms. M. 3 Taf. S.-A. from the proceedings of the Royal Society of Edinburgh. 1896.
Nestler A., Untersuchungen über die Ausscheidung von Wassertropfen an den Blättern. M. 2 Taf. S.-A. aus den Sitzungsberichten der kaiserl. Academie der Wissenschaft. in Wien. Mathem.-naturw. Classe, Bd. CV. Abth. 1. Juli 1896.
Noll Fr., Das Sinnesleben der Pflanzen. S.-A. aus Bericht über die Senckenbergische Naturforschende Gesellschaft in Frankfurt a. M. 1896.
Norton J. B. S., A study of the Kansas Ustilagineae, especially with regard to their germination. Transaction of the Academy of Science of St. Louis. Vol. VII. Nr. 10. 1896. M. 5 Taf.
Oltmanns Fr., Ueber positiven und negativen Heliotropismus. 1897. S.-A. aus Flora od. allg. bot. Zeitung. 83. Bd. Heft I.
Osterhout W. J. V., On the life-history of Rhabdonia tenera, J. Ag. M. 2 Tf. S.-A. aus: Annals of Botany, Vol. X Nr. XXXIX, 1896.
Palla E., Zur Systematik der Gattung Eriphorum. M. 1 Taf. S.-A. aus Botan. Zeitung Heft VIII, 1896.
Pfeffer W., Ueber die vorübergehende Aufhebung der Assimilationsfähigkeit in Chlorophyllkörpern. S.-A. aus den Berichten der mathem.-phys. Classe der Königl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig. 1. Juli 1896. Ibid.
— — Ueber die lockere Bindung von Sauerstoff in gewissen Bakterien. 27. Juli 1896.
— — Ueber die Steigerung der Athmung und Wärmeproduction nach Verletzung lebenskräftiger Pflanzen. 27. Juli 1896.
— — Ueber den Einfluss des Zellkerns auf die Bildung der Zellhaut. S.-A. aus der math.-phys. Classe d. Kgl. Sächs. Gesellschaft der Wissenschaften zu Leipzig 1896. Ibid.
— — Ueber die regulatorische Bildung von Diastase. Ibid.
Pollacci G., Contributione alla Micologia Ligustica. M. 1 Taf. Istituto Botanico della r. Università di Pavia. (Laboratoria Crittogamico Italiano.) Serie II Vol. V.
Raciborski M., Pseudogardneria, nowyrodzaj Loganiaceów. M. 8 Textfig. S.-A. aus dem Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Krakau. 1896.
Reinke J., Untersuchungen über die Assimilationsorgane der Leguminosen, I—III. M. 96 Zinkätzungen. S.-A. aus den Jahrb. f. wissenschaftl. Botanik, Bd XXX Heft I, 1896.

Ross H., Sui Ranunculus parviflorus L. e R. Chius DC. della Sicilia. Est. dal Nat. Sic. (Nuova Serie) An. I, Nr. 4 a 7. 1896.
Rothert W., Ueber die Gallen der Rotatorie Notommata Wernecki auf Vaucheria Walzi n. sp. S.-A. aus den Jahrbüchern für wissenschaftl. Botanik, Bd. XXIX, Heft 4. M. 2 Taf. 1896.
Rullmann W., Weitere Mittheilungen über Cladothrix dichotoma n. odorifera. S.-A. aus dem Centralblatt für Bakteriologie, Parasitenkunde u. Infektionskrankheiten. II. Bd. 1896 Nr. 22.
Schellenberg H. C., Beiträge zur Kenntniss von Bau und Function der Spaltöffnungen. M. 1 Taf. S.-A. aus Bot. Zeitung (Redaction: Graf zu Solms-Laubach). 54. Jahrg. I. Abthlg. Heft X. 1896.
Scherffel A., Bemerkungen über Geaster-Arten. M. 1 Taf. S.-A. aus den Berichten der Deutsch. Bot. Gesellschaft. Jahrg. 1896. Bd. XIV.
Schinz H., Die Pflanzenwelt Deutsch-Südwest-Afrikas. (Mit Einschluss des westlichen Kalachari.) I. Tiré a part du Bulletin de l'Herbier Boissier. Vol. IV. 1896.
Schniewind-Thies J., Beiträge zur Kenntniss der Septalnectarien. M. 12 lithographischen Taf. (Jena, Verlag von Gustav Fischer.) 1897.
Schröter C., Die Schwebeflora unserer Seen. (Das Phytoplankton.) M. 1 Tabelle u. 1 Taf. S.-A. aus der Naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1897.
Scott H., Address to the botanical Section. S.-A. aus British Association for the Advancement of Science. Liverpool 1896.
Seiler O., Studien über die Abstammung der Saccharomyceten u. Untersuchungen über Schizosaccharomyces octosporus; M. 1 Taf. Erlangen 1896 (Aug. Vollrath).
Smith E. F., The bacterial diseases of plants: A critical review of the present state of our knowledge. I. II. III. S.-A. aus: The American Naturalist
— — A bacterial disease of the tomato, eggplant and irish potato. M. 2 Taf. S.-A. aus: Department of agriculture, bulletin Nr. 12. 1896.
Stapf O., On the structure of the female flower and fluit of Sararanga sinuosa, Hemsl. (Pandanaceae.) M. 4 Taf. 1896. Reprinted from: the journal of the Linnean Society-Botany. Vol. XXXII.
Strasburger, E., Das botanische Practicum. Anleitung zum Selbststudium der mikroskopischen Botanik. Für Anfänger und Geübtere zugleich ein Handbuch mikroskopischen Technik. M. 221 Holzschnitten. Dritte Auflage. Jena, Verlag v. Gustav Fischer. 1897.
Suringar W. F. K., Vierde bijdrage tot de kennis der Melocacti. M. 2 Taf. S.-A. aus den Verhandelingen der Koningklijke Academie van Wetenschappen te Amsterdam. 2. Sectie, Deel V. Nr. 3. 1896.
Thaxter R., Contribution towards a monograph of the Laboulbeniaceae, M. 26 Taf. (Memoirs of the American Academy of arts and sciences Vol. XII Nr. III.)
Tracy S. M. and Earle F. S., Mississippi Fungi. S.-A. Mississippi Agricultural and Mechanical College Experiment Station. Bulletin Nr. 38. 1896.
Trelease W.. Botanical opportunity. From the botanical Gazette. Vol. XXII. Botanical Society of America. 1896
Ule E., Weiteres zur Blüteneinrichtung von Purpurella cleistopetala und Verwandten. M. 1 Taf. S.-A. aus den Berichten der Deutsch. bot. Ges. Jahrg. 1896 Bd. XIV H. 5. Ibid.
— — Nachtrag zu dem Aufsatze über die Blütheneinrichtungen von Dipladenia. H. 7. Ibid.
— — Ueber die Blüteneinrichtungen von Purpurella cleistoflora, einer neuen Melastomacee. H. 9 m. 1 Taf.
Wettstein K., Zur Systematik der Europäischen Euphrasia-Arten. S.-A. aus der Oesterr. bot. Zeitschrift. Jahrg. 1896. Nr. 11. Ibid. Nr. 4 u. 5.
— — Die Gattungszugehörigkeit und systematische Stellung der Gentiana tenella Kottb. und G. nana Wulff. M. 1 Taf.
— — Die Geschichte unserer Alpenflora. Vorträge des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse in Wien. XXXVI. Jahrg. Heft 5. 1896.

Wettstein K., Die Pharmakognosie und die moderne Pflanzen-Systematik. S.-A. aus der Zeitschrift des Allg. österr. Apotheker-Vereins. Nr. 2. 1896.

Williams and Farmer J. L. L., On Fertilisation and the Segmentation of the Spore in Fucus. S.-A. From the Proceedings of the Royal Society, Vol. 60. 1896.

Woronin M. u. S. Nawaschin, Sclerotinia heteroica. S.-A. aus Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten. M. 2 Doppeltaf.

Wollny C., Die Zersetzung der organischen Stoffe und die Humusbildung mit Rücksicht auf die Bodencultur. M. 52 Abbildungen. (Karl Winter's Universitätsbuchhandlung, Heidelberg.) 1897.

— — Untersuchungen über die künstliche Beeinflussung der inneren Wachsthumursachen. M. 2 Taf. S.-A. aus den Forschungen auf dem Gebiet der Agriculturphysik. Bd. VIII. Heft 2. Verlag von Carl Winter-Heidelberg.

Zelenetzky N., Matériaux pour l'étude des Prèles et des Fougères de la Crimée. Extrait du Bulletin de l'Herbier Boissier. 1896. Nr. 8. Tome IV.

— — Matériaux pour l'étude de la flore bryologique de la Crimée. Appendix II du Bulletin de l'Herbier Boissier. 1896. Nr. 9. Tome IV.

Zopf W., Zur biologischen Bedeutung der Flechtensäuren. S.-A. aus dem Biologischen Zentralblatt Bd. XVI Nr. 16. 1896.

Berichtigung zu Tafel III.

Die Vergrösserung der Figuren 8—11 auf Tafel III ist vom Lithographen um ein Drittel reducirt worden.

Die Morphologie des Thelygonum Cynocrambe.

Von

Dr. Gabriele Balicka-Iwanowska.

Mit 10 Textfiguren.

Thelygonum Cynocrambe L., ein niederliegendes Gewächs der mediterranen Flora, Repräsentant einer eigenen Pflanzenfamilie von unsicherer systematischer Stellung, gehört „sowohl bezüglich ihrer Wuchs- als ihrer Blüthenverhältnisse, zu den merkwürdigsten Pflanzen der europäischen Flora". (Eichler, Blüthendiagramme pag. 93). Es war schon mehrere Male morphologisch untersucht, doch gehen die Resultate dieser Forschungen, so z. B. die Wydler's, Irmisch's und Eichler's aus einander, und deswegen habe ich mich mit der Morphologie dieser Pflanze im Verlauf des letzten Jahres näher befasst, und speziell auf Grund der Entwickelungsgeschichte und des reichen lebenden Materials, welches mir in dem k. botanischen Garten in München zur Verfügung stand, die strittigen Punkte aufzuklären versucht.

Die Arbeit wurde im hiesigen Pflanzenphysiologischen Institut ausgeführt.

Thelygonum Cynocrambe wurde schon oftmals und ausführlich untersucht und die entsprechende Litteratur ist verhältnissmässig zahlreich vertreten.[1])

Der normale Aufbau des Thelygonum Cynocr. bietet manche besonderen und bemerkenswerthen Eigenschaften dar. Die Pflanze zeigt zweierlei Anordnung der Laubblätter, und zwar stehen am unteren Theil des Stengels mehrere Paare in rechtwinkelig gekreuzter Stellung. Am oberen Theile verändert sich die Anordnung plötzlich,

[1]) Nees v. Esenbeck, Gen. Pl. Europ. 1835. Schnizlein, Iconograph, Vol. II, tab. 1894. Endlicher, Genera Pl. Na. 1888. Lindley, Vegetable Kingdom 1846. 513. Engler-Prantl, 3. Theil. 122. Dr. J. A. Guillaud, Sur l'organog. floral et les affinités du Thel. Cyn. Annales des Sc. naturelles 1883. Carvel, Studi sul Thelyg. Cynocr. Irmisch, Ein kleiner Beitrag zur Naturg. des Thel. Cyn. Flora 1856. Wydler, Ueber die symmetrische Verzweig. dich. Infl. Flora 1851. Eichler, Blüthendiag. II, p. 93. Bentham et Hooker, Gen. plant. III, pag. 395. Baillon, Hist. des plantes Vol. V pag. 39. Franchet, Plantae Davidianae in Arch. du museum Vol. X 2, serie 1888. Le Maout et Decaisne, Traité 1868, pag. 506. Delile, Descrip. de Thelyg. Cyn. Annales des Sc. Nat. I serie, Tom. 19, 1830, pag. 370.

die Blätter stehen zerstreut mit 90° Divergenz, also in $^1/_4$-Stellung. Die Bereicherungszweige entspringen den Achseln der opponirten Laubblätter und gewöhnlich kommen beide Achselprodukte zur Entwickelung. Die opponirten Paare werden von je zwei schuppenförmigen gezackten Nebenblättern, die mit den gegenüberstehenden verwachsen sind, begleitet. Bei den einzelstehenden Paaren finden wir ebenfalls Stipeln, die fast den ganzen Stengel umfassen mit Ausnahme eines kleinen frei bleibenden Raumes, wo die männlichen Blüthen auswachsen. Diese Stipeln der in spiraliger Folge stehenden Blätter sind asymmetrisch und in ihrer Länge etwas ungleich, „so zwar, dass das grössere von beiden immer auf der nach K. W. der Spirale kathodischen Blattseite steht, wonach also die homologen Stipeln gleichfalls nach $^1/_4$ geordnet erscheinen". (Eichler, Blüthendiagramme).

Am Gipfel des Stengels und der Bereicherungszweige stehen die männlichen Blüthen, wie schon erwähnt, gegenüber den einzeln stehenden Blättern, sind gewöhnlich in Zweizahl und haben weder Vor- noch Tragblätter. Die weiblichen Blüthen entwickeln sich in den Achseln der opponirten, ebenso wie der einzeln stehenden Laubblätter, meistentheils je drei in jeder Inflorescenz und sind stets mit zwei Vorblättern versehen. Hierbei ist die Eigenthümlichkeit besonders hervorzuheben, dass das unterständige Ovar des Perigons nebst darin eingeschlossenem, im ganzen oberen Theil stigmatösen, Griffel in der Nähe der Basis trägt, was, wie mehrfach bestätigt worden ist, dem einseitigen Wachsthum des Fruchtknotens zugeschrieben werden muss. Die dabei vorkommende Verschiebung nicht nur des Griffels, sondern auch des Perigons, muss als eine sonderbare Eigenheit des Thelygonum gelten.

Wie stellt sich nun die Deutung des Blüthenstandes dar?

Wydler betrachtet den mit opponirten Laubblättern versehenen Stengeltheil des Thelygonum als Monopodium, den mit einzeln stehenden als Sympodium. Jedes neue Internodium des Sympodialsprosses ist ein Achselprodukt des an seiner Basis befindlichen Blattes und endigt mit einer zweiblüthigen männlichen Inflorescenz, welche durch ein neues Internodium auf die Seite geschoben wird und sich als opponirtblättriger Zweig darstellt. Die weibliche Inflorescenz ist als ein niedrig gelegener accessorischer Spross zu betrachten.

Irmisch nimmt an, der ganze Stengel sei ein Monopodium und alle Laubblätter seien opponirt, jedoch am Gipfel, durch Abort je eines Blattes in jedem Paare zu scheinbar einzelständigen reduzirt

worden. Dabei steht jede zweiblüthige männliche Inflorescenz nicht terminal an dem mit schraubig gestellten Blüthen versehenen Spross, sondern gehört als Achselprodukt dem fehlgeschlagenen Blatte, die weibliche dagegen dem entwickelten an.

Als Bestätigung seiner Theorie führt Irmisch die Thatsache an, dass es ihm gelungen sei, zuweilen eine Schuppe unter der männlichen Inflorescenz zu finden, die eben ein Rudiment des fehlgeschlagenen Blattes darstellen dürfte.

Eichler kombinirt die beiden oben erwähnten Theorien. Darnach trägt der Stengel, vom obersten Knoten an, Blätter in spiraler Folge, der Knoten indessen bildet nur ein Blatt, da das andere unter-



Fig. 1. Vegetationskegel; *a* Vegetationspunkt; *bb* männliche Blüthen; *c* Laubblatt; *dd* Nebenblätter; *b' c' d'* entsprechende Primordien.

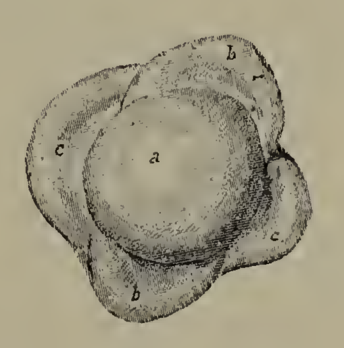


Fig. 2. Vegetationskegel vor der Entstehung der männlichen Blüthen. *a* Vegetationspunkt; *bb* Laubblätter; *cc* Nebenblätter.

drückt ist; Rudimente desselben will Eichler mehrmals beobachtet haben. Die Sympodialglieder schliessen nicht mit der Blüthe ab, die Inflorescenzen beider Arten sind Achselprodukte, und zwar entsprossen die männlichen der Achsel des fehlgeschlagenen, die weiblichen dagegen der des entwickelten Blattes.

Meinen Beobachtungen nach lassen sich diese Auslegungen nicht bestätigen.

Der Vegetationskegel, dicht mit schuppenförmigen Nebenblättern umhüllt, stellt sich nach Entfernung derselben als ein kuppelartiger Höcker mit hervortretenden wulstigen Primordien dar. Die letzteren treten stets in der Art auf, dass die männlichen Blüthen den Blättern gegenüber angelegt werden (Fig. 1 und 2).

Die Achse wird keineswegs durch einen sich in ihre Verlängerung stellenden Achselspross als Scheinachse fortgesetzt, was ja bei einem Sympodium der Fall wäre, sondern ist im Gegentheil theoretisch unbegrenzt und behält ihren Charakter als Abstammungsachse bei. Ebensowenig wie bei den Quer- und Längsschnitten ist mir an frei präparirten Vegetationspunkten eine Schuppe unter der männlichen Inflorescenz je vorgekommen, welche von Irmisch und Eichler als ein Rudiment des unterdrückten Vorblattes bezeichnet wird, auch vermochte ich nicht Vorblätter an der kleineren männlichen Blüthe zu sehen. Statt dessen habe ich das Vorhandensein von ziemlich grossen, schildartigen Schleimdrüsen, die zum Typus der Kolleteren gehören, konstatirt, die, wie man vermuthen mag, den erwähnten Autoren Anlass zu ihrem Irrthum gegeben haben. Darauf werden wir noch weiter unten zurück kommen.

Wenn man vollständig ausgewachsene, unter Einfluss günstiger Bedingungen der Ernährung stark entwickelte Exemplare ins Auge fasst, treten die Verzweigungen des Stengels sehr reichlich auf und verändern durchaus die äussere Erscheinung der Pflanze. Es ist zuweilen sogar schwer, über die Verzweigungen ins Klare zu kommen, um so mehr, als am untern Theile des Stengels ausser den normalen Bereicherungszweigen in den Achseln der opponirten Blätter weitere als accessorische Sprosse in grösserer Zahl hervortreten, deren zwei oder drei auf jeder Seite zu finden sind. Dass man es hier mit accessorischen Sprossen zu thun hat, davon kann man sich leicht überzeugen, und zwar aus der Anordnung der ersten Laubblätter, welche sich nicht mit denen des vorhergehenden Sprosses kreuzen, sondern alle in derselben Richtung stehen.

Mehrmals war ich im Stande, ein Zusammenwachsen des Bereicherungssprosses an das nächste Internodium festzustellen. Infolge dessen trifft man schon in der Region der einzelständigen Laubblätter neben den männlichen Blüthen einen mit Blättern und Inflorescenz versehenen Spross. Das eine Blatt desselben, nämlich das erste, könnte seiner Lage wegen als Tragblatt der männlichen Inflorescenz betrachtet werden, was indessen bei genauerer Untersuchung als nur scheinbar sich erweist und muss gerade als ein Resultat der Verwachsung gelten, da beim Verwachsen das untere Internodium nur zu den Nebenblättern reicht. Diese Fälle dürfen mit anderen nicht verwechselt werden, wo nämlich eine männliche Inflorescenz auch neben den Sprossen hervorkommt, jedoch kein Zusammenwachsen stattfindet. An einigen Exemplaren sind in dem letzten

opponirtblättrigen Knoten männliche Blüthen zu finden, von denen eine seitwärts steht, an der Stelle der anderen dagegen ein ganzer Bereicherungszweig mit vier männlichen Blüthen hervorsprosst. Die Anordnung der Laubblätter ist an demselben normal, abgesehen von der Eigenthümlichkeit, dass die am zweiten Knoten befindlichen männliche Blüthen keinem Blatt gegenüber stehen, wie in den anderen Fällen (Fig. 3).

Eine weitere Complication kann sich den vorigen anfügen, nämlich die, dass neben dem Hauptsprosse zwei Bereicherungssprosse entspringen, denen einer von einer einzelnen männlichen Blüthe, der andere von zweien begleitet ist. Alle erwähnten Blüthen sind gegen die Mitte des Stengels abgelenkt und durch Vermittelung einer Schuppe mit dem entsprechenden Sprosse verbunden (Fig. 4).

Dazu gehört noch ein Fall, der ganz nahe an den von Eichler angeführten sich anschliesst. In den Achseln zweier Blätter stehen zwei gleich starke, beblätterte Sprosse und am Vereinigungspunkte der Schuppen von beiden Seiten wachsen männliche Blüthen hervor (Fig. 5).

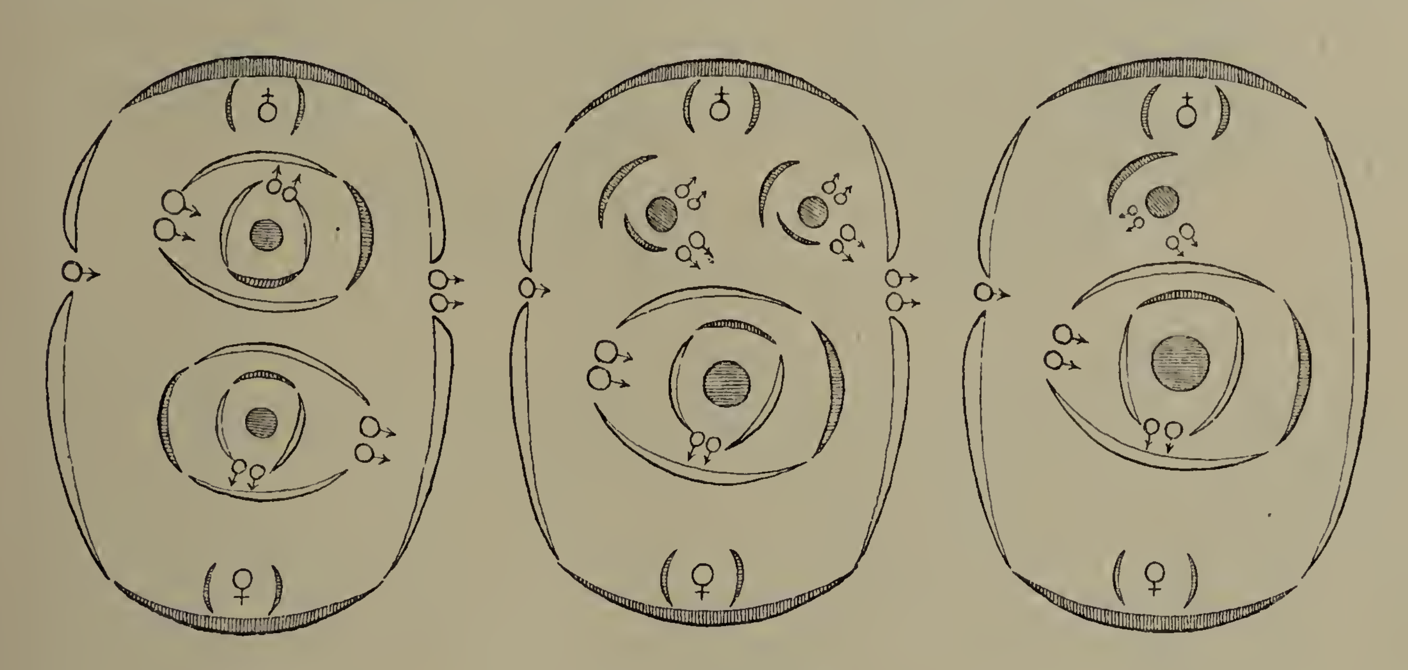


Fig. 3, 4 und 5.

In allen drei dargestellten Fällen haben wir es mit den Folgen des Ersatzes einer männlichen Blüthe durch einen beblätterten Spross zu thun. Während im ersten Falle, der am wenigsten complicirt ist, an der Stelle einer Blüthe ein einziger Bereicherungsspross sich erhebt, verzweigt sich im zweiten Falle die männliche Inflorescenz, indem sie neben dem Hauptspross zwei Bereicherungssprosse, von Blüthen begleitet, darstellt; im dritten Falle endlich ist eine der Blüthen durch einen Spross ersetzt, die zweite ist allein geblieben; indem dies aber zugleich auf beiden Seiten geschah, sind wir eigentlich nicht im

Stande festzustellen, welcher von beiden Hauptspross und welcher Achselspross ist, da sie gleichbedeutend erscheinen.

Die männlichen Blüthen, die die genannten Sprosse begleiten, gelangen früh zur Reife und fallen ab, jedoch sind ihre Spuren stets zu finden. Die Zahl derselben kann sich auch bedeutend vermehren und einige verzweigte Inflorescenzen bilden, die bis sechs Blüthen enthalten.

Die oben geschilderten Fälle verschieben den Schwerpunkt des ganzen Problems und können kaum die Behauptungen der erwähnten Autoren bestätigen. Wir sehen nämlich, dass die Anwesenheit der männlichen Inflorescenz am zweiblätterigen Knoten keineswegs ein gerade so seltener Fall ist, dass wir es als Ausnahme bezeichnen dürften. Wir sind also nicht berechtigt, eine allgemeine Regel aufzustellen, nach welcher dem Blatte die männlichen Blüthen stets gegenüber stehen und zwar an den Knoten, wo die letzteren einzelständig sind. Statt dessen kann man feststellen, dass die männlichen Blüthen eine constante Neigung haben, so weit wie möglich vom Blatte oder von dem blätterigen Sprosse zu entstehen.

Die Diagramme bestätigen dies in genügender Weise, indem sie die männlichen Blüthen bis auf die Mitte des Stengels abgelenkt darstellen.

Männliche Inflorescenz.

An der Gipfelknospe betrachtet, stellt sich die männliche Inflorescenz als ein höckeriges, an beiden Seiten etwas abgeplattetes Primordium dar. Anfangs ungetheilt, schnürt sich dasselbe mit der Zeit ein und bringt zwei Blüthen hervor, deren eine etwas grössere gegenüber dem Blatte steht, während die andere auf die Seite geschoben ist. Die grössere Blüthe gelangt früher zur Reife, obwohl sie gleichzeitig entsteht. In weiterer Entwickelung kann sich die Zahl der Blüthen bedeutend vermehren; das werden jedoch nur weitere Verzweigungen der beiden ursprünglichen Primordien.

Die Kuppe des Primordiums jeder Blüthe flacht sich weiter ab und an ihrer Aussenseite gliedert sich das Perigon aus, von zwei, seltener von drei Lappen gebildet, die, schon anfangs vorhanden, verwachsen und erst nach der Reife der Staubblätter aufgehen. Innerhalb des Perigons, an der abgeplatteten Fläche, treten wulstige Primordien hervor, deren Anzahl den Perigonzipfeln entspricht, es sind folglich zwei oder drei vorhanden (Fig. 6 und 7).

Die Primordien gliedern kleine unregelmässig angeordnete Höcker aus, die zu Staubgefässen werden.

Beim vollständigen Aufblühen sind folgende Eigenheiten hervorzuheben: Die Blüthe ist durch ein Stielchen unterstützt, das, obwohl gewöhnlich kurz, bei weiterer Entwickelung bis zu einer Länge von $^1/_2$ Centimeter gelangen kann.

Die Blüthenhüllblätter, ursprünglich verwachsen und scheidenförmig, spalten sich später bis zur Basis. Eine Nahtverbindung vereinigt die klappigen Blätter des Perigons in der Präfloration, und die Hülle der Blüthenknospe wird durch zahlreiche stumpfe Zellenhaare verstärkt, welche von beiden Seiten der Epidermis entspringen und sich gegen einander neigen.

Die Zahl der Staubblätter ist nicht stets dieselbe, sie schwankt zwischen 8 und 30. Die Staubfäden sind gegen die Basis verwachsen,

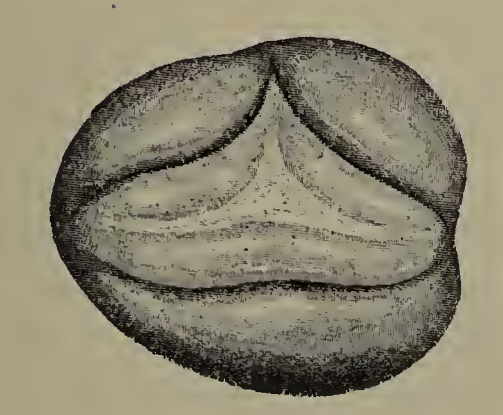




Fig. 6 und 7.

nicht jedoch in ein einziges Bündel, sondern zu zwei, vier oder sechs. Die extrorsen Staubgefässe besitzen vier Loculamente mit lateraler Dehiscenz. Im jungen Stadium bestehen letztere aus je vier Zellschichten, in weiterer Entwickelung entfalten sich die Zellen der Epidermis in Papillen und die Wände des einschichtigen Endotheciums erhalten Verdickungen in Form eines grossen lateinischen U, die aber erst sehr spät zum Vorschein kommen.

Die Pollenkörnchen sind kugelförmig; nach vollständiger Entwickelung haben sie eine Exine von stabartigem Bau und sechs bis acht an einem grössten Kreise der Kugel angeordnete Poren. Der vegetative Kern, arm an Inhalt, ist mit einem deutlichen Nucleus versehen, der generative ist kleiner, spindelförmig und reich an Chromatin; in manchen Pollenkörnchen sind zwei generative Kerne vorhanden.

Weibliche Inflorescenz.

Wie schon oben bemerkt wurde, entspringen die weiblichen Blüthen in den Achseln der opponirten wie der zerstreut stehenden Blätter, und zwar alsbald nach der Reife der männlichen Blüthen. Gewöhnlich sind drei weibliche Blüthen in jeder Inflorescenz, die Anzahl kann sich jedoch bedeutend vermehren. Sie entspringen stets zwischen zwei Vorblättern, die in ungleicher Grösse hervorzutreten pflegen. Die Blüthen sind ungemein klein und schwer mit blossem Auge wahrzunehmen.

Das Primordium der weiblichen Blüthe ist eiförmig und an der Kuppe abgeplattet und seine Ränder in schnellerem Wachsthum begriffen, nehmen bald die Gestalt eines geschlossenen Wulstes an, der die dadurch entstandene trichterartige Vertiefung ringförmig umschliesst, um endlich ein farbloses, durchsichtiges, zwei- oder dreizähniges Perigon zu bilden. Am unteren und vorderen Theile des so gebildeten Hohlraumes entsteht ein kleiner Höcker, und zwar gleichzeitig mit der zahnartigen Ausbildung des Perigons, dem bald darauf ein anderer am Boden der Höhlung sich ausgliedernder folgt. Der erstere am oberen Ende des Primordiums gelegene wird zum Griffel, während der spätere in raschem Wachsthum gegen den unteren und hinteren Theil des Primordiums die Samenanlage darstellt. Zwischen beiden entsteht eine sich nach unten stark verschmälernde Spalte, welche die Anlage der einzigen Samenknospe abgrenzt. Diese vertieft sich allmählich in das umliegende Zellengewebe, bis sie gänzlich durch dasselbe umhüllt wird. Die Samenanlage hat anfangs eine horizontale nach der einseitigen Ausbauchung des Fruchtknotens gerichtete Lage. Der Nucellus ist sehr klein und lediglich von einem einzigen Integument bedeckt; der Embryosack entsteht auf regelrechte Weise, indem er sich aus dem unteren abgespaltenen Theile einer unmittelbar unter der Epidermis gelegenen Zelle entwickelt. Im weiteren Wachsthum erleidet die Samenanlage eine anatrope Drehung, wodurch die Mikropyle sich nach unten wendet, so dass sie endlich eine unmittelbar neben der Chalaza situirte Stellung annimmt. Der obere Theil der anatropen Samenanlage wird zugleich durch schnelleren Wuchs emporgehoben, die Chalaza dagegen sinkt mit der Verschiebung des Perigons, so dass die Samenanlage sammt dem seiner Länge nach sich ausdehnenden Embryosack eine hufeisenförmige Gestalt annimmt. Der Embryo mit sehr kleinen Cotyledonen steht ursprünglich aufrecht und nimmt sammt dem Endosperm einen kleinen

Raum in Anspruch, dann wird er ebenfalls krumm und nimmt die Form eines Hufeisens an (Fig. 8).

Nach vollständiger Entwickelung der Frucht fällt der Griffel von dem Fruchtknoten, an dem er eine kleine Narbe hinterlässt, ab. Die zur Reife gelangte Frucht löst sich los und fällt sammt dem kurzen und dicken Stiel ab.

Der letztere in Längsschnitten betrachtet, zeigt an den Seiten flügelartige Gebilde (Fig. 9).

Kleine, abgeplattete Zellen der Epidermis grenzen an eine Schicht stark ausgedehnter, länglicher Hypodermzellen, die reichlich mit Protoplasma gefüllt sind. Das unterhalb diesem unmittelbar darunter gelegene Parenchym hat getüpfelte Wandungen. Die Epi- und Hypodermzellen lassen sich leicht durch Hematoxylin färben, und die im Wasser untersuchten Schnitte beweisen, dass unter der Cuticula eine schleimige Masse vorhanden ist, da dieselbe stark anschwillt. Bei der Keimung der Samen dringt die Wurzel mitten in die mit Schleim gefüllte ringförmige Anschwellung, welche daher wohl als Schutzvorrichtung auzusehen sein dürfte.



Fig. 8.

Was die histologische Struktur der ganzen Pflanze anbelangt, habe ich nichts besonderes zu bemerken, ausser dem, was von V. A. Poulsen (Engler-Prantl, III. Theil, pag. 122) beschrieben worden ist.

Die Colleteren sind jedoch zu erwähnen. Diese hoch differenzirten, pflanzlichen Schleimdrüsen variiren stark an Gestalt und Länge und sind besonders unregelmässig gebaut. Sie sind mit einer einzigen Schicht Cylinderepithels versehen, deren Drüsenzellen mit dichtem Plasma erfüllt sind (Fig. 10).

In kurzer Zusammenfassung sind die Resultate obiger Untersuchung folgende:

1. Der Stengel ist monopodialer Struktur.

2. Die männlichen Blüthen zeigen eine konstante Neigung stets im entferntesten Punkte dem Blatte gegenüber zu stehen und besitzen weder Trag- noch Vorblatt, selbst keine Rudimente davon.
3. Die Gipfelknospe gliedert gegenüber dem Blatte eine Anlage der männlichen Blüthen aus, die sich anfangs als ein länglicher Wulst darstellt und durch Einschnürung zwei männlichen Blüthen den Ursprung gibt. Bei der Entstehung der Staubblätter treten die Primordien in einer den Perigonzipfeln entsprechenden Anzahl auf, also zwei bis drei, und aus jedem entstehen Staubgefässe ohne jede bestimmte regelmässige Ordnung.

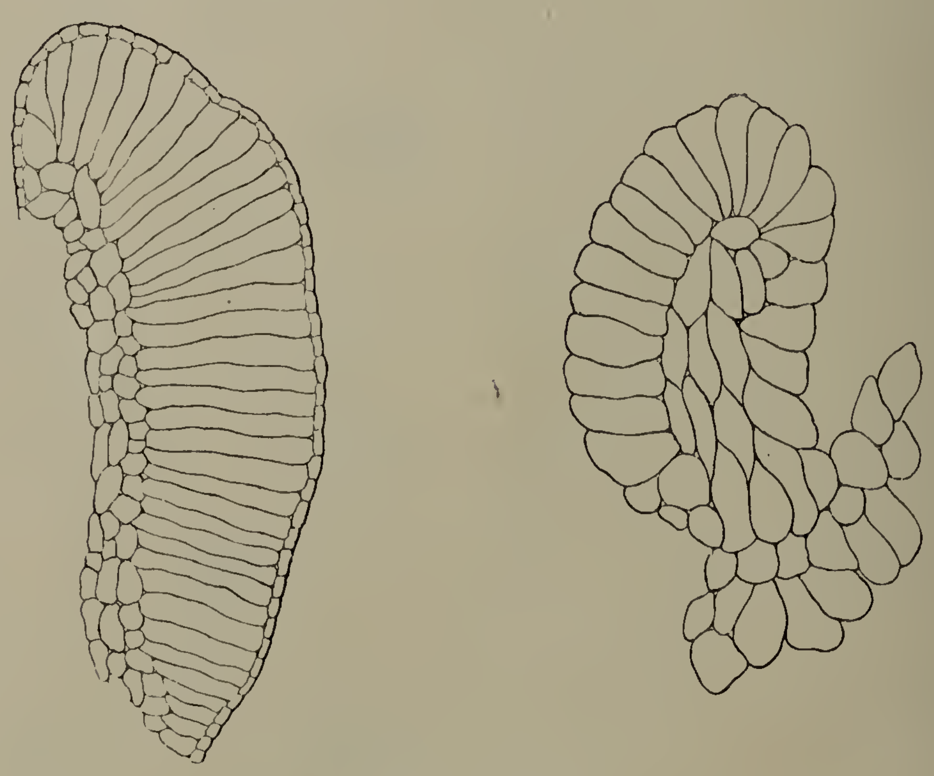


Fig. 9 und 10.

4. Die weiblichen Blüthen sind mit Neben- und Tragblättern versehen. Die Gynobasie verursacht eine hufeisenförmige Verkrümmung der ursprünglich horizontalen anatropen Samenanlage.
5. Der Fruchtstiel weist eine ringförmige mit Schleim gefüllte Anschwellung auf.
6. Colleteren, die junge Organe an ihrer Basis umfassen, sind reich an Schleiminhalt.

München, November 1896.

Beiträge zur Kenntniss einiger Wasserpflanzen.

Von
W. Wächter.

Mit 21 Textfiguren.

I.

Ueber die Abhängigkeit der Heterophyllie einiger Monocotylen von äusseren Einflüssen.

Auf dem Gebiete der experimentellen Morphologie sind in den letzten Jahren zahlreiche Erfolge erzielt worden, und es ist durch die experimentelle Methode in der morphologischen Forschung, die sich nicht allein damit befasst, die Ergebnisse der formellen Morphologie und der Entwickelungsgeschichte zu prüfen und zu ergänzen, sondern auch nach den Ursachen der Organbildung sucht, der Morphologie eine mehr physiologische Richtung gegeben. — Wie erfolgreich das Experiment zur Aufklärung mancher falschen Anschauungen gewesen ist, zeigt die grundlegende Goebel'sche Arbeit: „Beiträge zur Morphologie und Physiologie des Blattes"[1], deren Resultate, wie die späterer Arbeiten desselben und anderer Autoren noch ein grosses Arbeitsfeld auf diesem Gebiete vermuthen lassen.

Unter anderem hat Goebel in der eben citirten Arbeit nachgewiesen, dass die schmalen bandförmigen Wasserblätter der Sagittaria sagittaefolia, über deren morphologischen Werth man lange Zeit im Unklaren war, ebenso wie die Uebergangsformen zu den Pfeilblättern nichts anderes sind, als einfache Formen des ganzen Blattes, welche auf einer früheren Entwickelungsstufe des Pfeilblattes stehen geblieben, mithin als Hemmungsbildungen des letzteren aufzufassen sind.[2] Es wird dadurch die alte Anschauung De Candolles, der die Bandblätter für Phyllodien hielt, eine Ansicht, die sich vielfach noch bis heute erhalten hat[3], als eine unhaltbare nachgewiesen. — Dass die bandförmigen Wasserblätter keine Phyllodien sind, sucht später auch Klinge[4] auf Grund anatomischer Verhältnisse nachzuweisen.

1) Vergl. Bot. Zeitung 1880 pag. 752 ff.

2) Vergl. hierüber auch: Goebel, Vergleichende Entwickelungsgeschichte, Schenk's Handb. 3, 1, pag. 261 ff. u. Goebel, Ueber die Jugendzustände der Pflanzen, Flora 1889 pag. 1 ff.

3) Vergl. z. B. Missouri Botanical Garden 1895.

4) Vergl. Sitzungsberichte d. Naturf.-Gesellsch. b. d. Universit. Dorpat, 1880, Bd. 5 pag. 390.

Bekanntlich wird bei der Sagitteria sagittaefolia eine grosse Mannigfaltigkeit an Formen dadurch hervorgerufen, dass eine oder die andere Blattform die vorherrschende wird. So kommen Formen mit nur bandförmigen Blättern, andere mit bandförmigen und Schwimmblättern u. s. w. vor und es ist dieser Formenreichthum wiederholt Veranlassung zur Aufstellung neuer Varietäten (vergl. Klinge l. c. pag. 400 ff.) oder gar Species gewesen.

Im Allgemeinen ist die Formation dieser Pflanze von ihrem Standort abhängig, je nachdem dieselbe in tiefem oder seichtem Wasser wächst, und es ist der Heterophyllie gerade dieser Pflanze von Seiten der Morphologen schon seit langem ein reges Interesse entgegen gebracht worden.[1]) So berichtet Kirschleger[2]) über eine Tiefwasserform, die er mit der als Sagittaria vallisneriifolia beschriebenen identificiren konnte; aber schon er bezweifelt die Berechtigung zur Aufstellung einer neuen Varietät. „Diese Sagittaria vallisneriifolia“, schreibt er, „ist eigentlich keine Varietät, sondern eine Art Bildungs-Hemmung, ein gewisser früherer Zustand der Blattform, welche fluthendes Wasser oder auch tiefes Teichwasser verhindert haben, die spätere Blattgestalt auszubilden, die man allgemein als pfeilförmig beschreibt.“

Als Ursache für diese „Bildungs-Hemmung“ bezeichnet also Kirschleger fluthendes oder tiefes Wasser; dabei ist jedoch zu bedenken, dass das Wasser als solches die Veränderungen nicht hervorzurufen vermag, sondern wir haben es bei tiefem oder fluthendem Wasser offenbar mit einem Complex von Ursachen zu thun, deren wichtigste ohne Zweifel eine geminderte Lichtintensität ist, denn, wie Goebel[3]) nachgewiesen hat, ist es möglich, bei schwacher Beleuchtung in ganz seichtem Wasser Tiefwasserformen von Sagittaria sagittaefolia zu ziehen.

Ich habe nun versucht, durch eine Anzahl von Experimenten an solchen Wasserpflanzen, deren Entwickelung wie bei Sagittaria mit Ausbildung bandförmiger Primärblätter beginnt, und denen später höher entwickelte, mit Stiel und Spreite versehene Blätter folgen, zu zeigen, wie es ermöglicht werden kann, einerseits derartige Pflanzen

---

1) Vergl. v. Martens, Reise nach Venedig (1824, II. Theil pag. 623). Reinsch, Morpholog. Mittheilungen, Flora 1860 pag. 740.

2) Kirschleger, Etwas über fluthende Pflanzen, Flora 1856 pag. 529.

3) Goebel, Ueber die Einwirkung des Lichtes auf die Gestaltung der Kakteen und anderer Pflanzen, Flora 1895 pag. 110.

auf dem Stadium ihrer Primärblattform zu erhalten, andererseits nach Entwickelung höherer Blätter Rückschlagsbildungen zur Primärblattform hervorzurufen, und damit einige Anhaltspunkte zu geben, inwieweit die Bedingungen für die Heterophyllie durch äussere Einwirkungen veranlasst werden.

Als günstigstes Versuchsobjekt erwies sich wegen ihrer grossen Reactionsfähigkeit die

Sagittaria natans Michx.[1])

Dieselbe wird im Victoriahaus des hiesigen botanischen Gartens in ca. 25 cm tiefem Wasser cultivirt und unterscheidet sich hinsichtlich ihrer Blattgestalt von unserer Sagittaria sagittaefolia dadurch, dass die schmalen bandförmigen Blätter der Jugendform dauernd erhalten bleiben; nur zur Blüthezeit werden einige wenige langgestielte, annähernd elliptische Schwimmblätter unvermittelt, ohne vorhergehende Uebergangsblätter ausgebildet, die zuweilen auch ganz fehlen können. Sie wird vermehrt durch die in beträchtlicher Anzahl zur Entwickelung gelangenden Ausläufer.

Um bei meinen Versuchen jeglichen Einfluss des Wassers auszuschliessen, versuchte ich, die Pflanze ausserhalb desselben zu cultiviren. Es gelang mir dieses bei Anwendung von Torfmull als Substrat und Bedecken jeder einzelnen Pflanze mit einer Glasglocke.

Torfmull ist geeigneter als irgend eine Erdart, weil die Feuchtigkeit durch das grosse Absorptionsvermögen desselben eine weitaus constantere ist als bei Erde. — Zum kräftigen Wachsthum der Pflanzen genügte ein wöchentlich zweimaliges Begiessen mit 2°/₀₀iger Knop'scher Nährlösung und tägliche Befeuchtung mit destillirtem oder Regenwasser.

Für die Versuche wählte ich theils jüngere Ausläufer mit nur bandförmigen Wasserblättern, theils ältere Pflanzen, die schon ein oder zwei Schwimmblätter entwickelt hatten.

In der Ausbildung ihrer ersten Blätter auf dem Lande zeigten nun meine Pflanzen ein von einander abweichendes Verhalten.

Verfolgen wir zunächst die Entwickelung der Ausläufer ohne Schwimmblätter. — Ihre ersten, bereits als Wasserblätter angelegten Blätter zeigten dieselbe schmale Bandform, nur waren sie bedeutend kürzer und von grösserer Festigkeit als jene; an den nächst folgenden Blättern machte sich eine Veränderung in der Form bemerkbar, insofern als eine allmähliche Differenzirung in Blattstiel und Blatt-

1) Vergl. Abbildung in Missouri Botanical Garden 1895, Taf. 14.

spreite sichtbar wurde, die ihren Höhepunkt mit der Ausbildung eines gestielten, dem Schwimmblatt der Wasserform ähnlichen Spreitenblattes erreichte (Fig. 1).

Im Laufe der weiteren Entwickelung der Pflanze werden unter normalen Verhältnissen nur noch Spreitenblätter gebildet; die Schmalblätter, wie die Uebergangsformen sterben allmählich ab, und eine etwa drei Monate alte Landpflanze der Sagittaria natans, wie sie Fig. 2 veranschaulicht, erinnert in ihrem Habitus kaum noch an die normale Wasserform, bei welcher man niemals eine so grosse Zahl von Spreitenblättern antrifft.

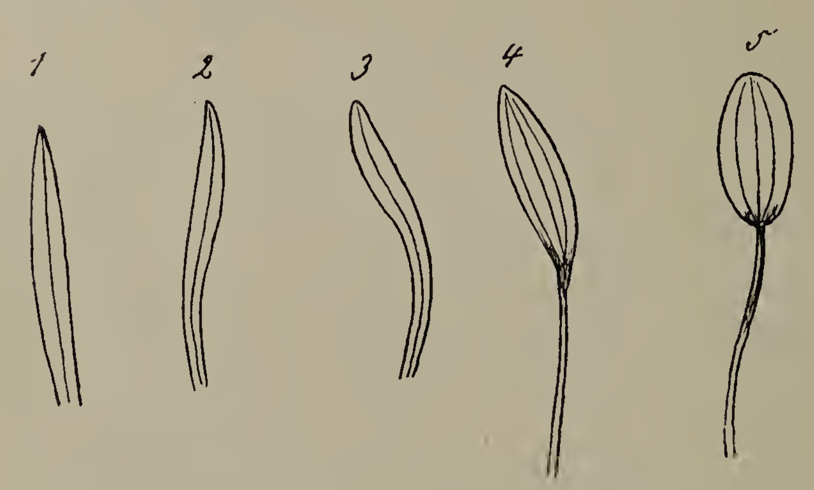


Fig. 1. Sagittaria natans, $^{2}/_{3}$.

Das Verhalten der älteren, schon mit Schwimmblättern ausgerüsteten Pflanzen war insofern ein von den ersteren abweichendes, als sich gleich anfangs eine Anzahl von Spreitenblättern entwickelten, deren Zahl bei den verschiedenen Individuen zwischen eins und sechs schwankte. Auf diese folgten Rückschlagsbildungen zur Schmalblattform in der Weise, dass die Diffenzirung in Blattspreite und Blattstiel successive abnahm und die Aufeinanderfolge der Blätter im umgekehrten Sinne, wie bei den Pflanzen der ersten Kategorie, stattfand. — In der Regel fand die Rückbildung mit Entwickelung eines Blattes von der Form 2 in Fig. 1 ihren Abschluss und im weiteren Verlauf des Wachsthums zeigte sich dann wieder in entgegengesetzter Reihenfolge eine Ausbildung der Blätter hinauf bis zur Spreitenblattform.


Fig. 2. Sagittaria natans, $^{2}/_{3}$.

Natürlich verhalten sich die einzelnen Pflanzen nicht alle vollkommen gleich; bei den Uebergangsblättern, sowohl in aufsteigen-

der, wie in absteigender Richtung kommen vielfach Sprünge vor; so zeigt Fig. 3, wie auf das höchst entwickelte Blatt 1 direct das fast bandförmige Blatt 2 folgt und Blatt 4 weist gegenüber dem vorgeschritteneren Blatt 3 wieder eine Rückbildung auf. Es beruhen dergleichen Unregelmässigkeiten auf der ungeheuer feinen Empfindlichkeit der Pflanze gegen irgend welche störende Wachsthumseinflüsse; sie sind jedoch unwesentlich gegenüber der Thatsache, dass überhaupt die erwähnten Uebergangsformen auftreten.

Nur in einem einzigen Falle ist es mir gelungen, eine Pflanze zu ziehen, die eine lange Zeit, etwa drei Monate hindurch, nur Spreitenblätter bildete, bei welcher also die Rückbildungen ausblieben. Es zeichnete sich dieses Exemplar durch ein äusserst kräftiges und üppiges Wachsthum vor allen andern aus; und es waren die Blätter fast so gross wie die Schwimmblätter der Wasserform, während im Allgemeinen die Spreitenblätter nur ungefähr zwei Drittel der Grösse eines Schwimmblattes erreichten. — Aber bei Eintritt einer kalten, regnerischen Periode, wo nur spärliches Sonnenlicht der Pflanze zur Verfügung stand, brach ihre Widerstandsfähigkeit; die Ueppigkeit des Wachsthums hörte auf und die Folgen zeigten sich in der Ausbildung von Rückschlagsblättern.



Fig. 3. Sagittaria natans, $^{2}/_{3}$.

An dem Verhalten aller Versuchsobjekte bei ihrer Cultur als Landpflanzen ist in erster Linie auffällig, dass, im Gegensatz zur Wasserform, hier Uebergänge von Bandblättern zu den Spreitenblättern auftreten.

Diese Thatsache allein würde schon genügen, die Identität der Bandblätter und der Spreitenblätter nachzuweisen, wenn es überhaupt noch nöthig sein sollte nach den Goebel'schen Untersuchungen über die Sagittaria sagittaefolia, ganz abgesehen davon, dass auch bei der Sagittaria natans in den einzelnen Entwickelungsstadien des Spreitenblattes im Wesentlichen dieselben Formen nachzuweisen sind, wie sie uns die Uebergangsblätter repräsentiren.

Bei der Frage nach der Ursache des verschiedenen Verhaltens der Land- und Wasserform bezüglich ihrer Blattentwickelung wird man im Allgemeinen wohl zuerst an eine directe Wirkung des Wassers, respective bei der Landform an den Mangel desselben zu denken haben.

Mir scheint aber eine derartige Annahme unhaltbar zu sein und zwar deswegen, weil, wie aus meinen Versuchen hervorgeht, die bandförmige Gestalt der Blätter durchaus nicht an den Aufenthalt im Wasser gebunden ist; vielmehr muss ich nach meinen Beobachtungen, die mit Goebel's Versuchen an der Sagittaria sagittaefolia[1]) übereinstimmen, annehmen, dass wir es hier mit einer Lichtwirkung zu thun haben.

Da es zur Anlegung der Schwimmblätter gewisser durch die Assimilationsthätigkeit der Bandblätter producirten Stoffe bedarf, „welche die Pflanze zur Hervorbringung der höheren Blattform befähigen“, (Goebel, Schild. II p. 294), kann zur Anlage der Uebergangsblätter, die als Hemmungsbildungen der Schwimmblätter aufzufassen sind, nur ein Theil dieser Stoffe erforderlich sein; es steht somit die Form eines Uebergangsblattes im directen Verhältniss zur Quantität der Bildungsstoffe und es gilt hier dasselbe, was Goebel in Bezug auf die Heterophyllie der Sagittaria sagittaefolia bemerkt[2]): „Wirken die äusseren Bedingungen“ (nämlich die zur Production der Bildungsstoffe nöthigen) „rasch ein — bei Wachsthum in seichtem Wasser —, so entstehen Uebergangsbildungen, d. h. es entfalten sich Blattformen, denen nur ein Theil des Antriebs zur Pfleilblattbildung zugekommen ist.“ — „Bei Wachsthum in tieferem Wasser muss sich die Einwirkung erst langsam summiren. Wir sehen dann nach Entwickelung einer grösseren Anzahl von Bandblättern unvermittelt ein Pfeilblatt erscheinen.“

Anstatt der Pfeilblätter haben wir es bei Sagittaria natans mit Schwimmblättern als höchste Blattform zu thun und die Uebergangsblätter treten erst bei der Landform auf.

Dass in der That durch Abschwächung der Lichtintensität die Pflanzen im Stadium der Primärblattform erhalten werden können, wird weiter unten zu zeigen sich Gelegenheit bieten.

Eine zweite Frage, die sich aus den Beobachtungon an den Landkulturen ergibt, nämlich die nach der Ursache der Rückschlagsbildungen bei der zweiten Serie meiner Versuchspflanzen, dürfte in anderer Weise zu beantworten sein. — Wie oben erwähnt wurde,

1) Vergl. Goebel, Biolog. Schilderungen II pag. 294.

2) Vergl. Goebel, Biolog. Schild. II p. 294.

entwickeln sich bei diesen Pflanzen anfangs eine Anzahl von Spreitenblättern; es waren diese offenbar nichts als bereits angelegte Schwimmblätter, die dennoch zur Entwickelung kommen mussten, wenngleich mit etwas kürzerem Blattstiel und festerer Consistenz als die Schwimmblätter, ein Umstand, der in der Cultur ausserhalb des Wassers seinen Grund hat.

Mit einer Lichtwirkung können wir es hier natürlich nicht zu thun haben, da eine gesteigerte Lichtintensität die entgegengesetzte Erscheinung hervorruft; und da die Pflanzen genau in derselben Weise behandelt wurden wie die der ersten Versuchsserie, sind andere Einwirkungen von aussen, die einen auf die Organisation schädlichen Einfluss ausüben könnten, nicht zu erkennen.

Ich vermuthe, es macht sich hier lediglich der Mediumswechsel geltend; es liegt auf der Hand, dass eine Pflanze, die in verhältnissmässig tiefem Wasser wächst, sich erst an das Landleben gewöhnen muss, vorausgesetzt, dass sie sich überhaupt den ungewohnten Lebensbedingungen anzupassen vermag. — Die schlechten Erfahrungen, die ich mit Culturversuchen mancher Potamogetonarten und anderer Pflanzen gemacht habe, zeigen, dass die Zahl wirklich guter Experimentirobjekte auf diesem Gebiete eine relativ beschränkte ist. — Die Schwächung, die naturgemäss durch die Versetzung der Pflanzen vom Wasser aufs Land eintritt, wird nun durch die Rückschlagsbildungen zum Ausdruck gebracht; dass in der Regel Uebergangsblätter auftreten und nicht sofort bandförmige oder annähernd bandförmige Blätter, erkläre ich mir daraus, dass infolge der Schwächung den Primordien immer weniger Bildungsstoffe von der Art, wie sie zur Hervorbringung von Spreitenblättern erforderlich sind, zugeführt werden. — Die Schwächung der Pflanze ist jedoch in dem Augenblick aufgehoben, wo die Pflanze anfängt, wieder höhere Blattformen zu bilden. Wie oben schon angedeutet wurde, verhalten sich die einzelnen Individuen verschieden; die widerstandsfähigeren werden natürlich schneller die Spreitenform erreichen als die weniger kräftigen, und die kräftigste Pflanze war diejenige, die von vornherein lediglich Spreitenblätter entwickelte. Der Umstand, dass auch diese schliesslich dem Beispiel der übrigen folgte, ist eine sekundäre Erscheinung, die, wie gesagt, auf später eintretende ungünstige Lebensbedingungen zurückzuführen ist.

Hat eine Pflanze sich einmal an die neuen Verhältnisse gewöhnt, so machen sich beim Zurückversetzen derselben ins Wasser wieder Schwächeerscheinungen durch Auftreten von Uebergangsformen geltend, wie folgender Versuch zeigt: Eine mehrere Monate alte Landpflanze

mit zehn Spreitenblättern wurde in ein Glasgefäss unter Wasser gesetzt. — Da die Pflanze hell beleuchtet und die Wassersäule nur 13 cm hoch war, darf ich wohl jede wirksame Minderung der Lichtintensität als ausgeschlossen annehmen. — Das zuletzt entwickelte Blatt erreichte durch Streckung seines Blattstiels die Oberfläche und wurde auf diese Weise zum Schwimmblatt, ebenso die beiden nächsten, während das dritte schon einen Rückschlag zum bandförmigen Wasserblatt zeigte. Die weiter folgenden Blätter waren schmale bandförmige Wasserblätter. — Weder das Uebergangsblatt, noch die Wasserblätter erreichten die Oberfläche und die alten Spreitenblätter gingen schon nach kurzer Zeit zu Grunde.

Dass eine Schwächung der Vegetation eine Rückkehr zur Primärblattform bedingen kann, darauf hat Goebel[1]) schon früher, anlässlich einiger Untersuchungen über Potamogetonarten, aufmerksam gemacht. Landpflanzen von Pot. natans ins Wasser gesetzt, verhielten sich genau wie meine Sagittaria natans.

Um den Beweis zu führen, dass es wirklich eine Organisationsschwächung war, welche die Pflanzen zur Bildung von Uebergangsblättern zwang, war es nothwendig, an gesunden kräftigen Pflanzen zu zeigen, dass durch bestimmte Eingriffe in ihre Lebensbedingungen diese Rückschlagsbildungen hervorgerufen werden können.

Zum Versuch wurden kräftigen, dem Landleben bereits angepassten, also mit Spreitenblättern versehenen Pflanzen sämmtliche Wurzeln abgeschnitten. Die Neubildung derselben war eine derartig kräftige, dass die Entwurzelung alle acht Tage wiederholt werden musste. — Im Uebrigen wurden die Pflanzen gut beleuchtet und auch weiterhin mit Nährlösung begossen. — Die schnelle Neubildung der Wurzeln schützte die Pflanzen vor dem Zugrundegehen; aber die Aufnahme anorganischer Nährsalze war doch eine so geringe, dass sie nicht genügte, die anfängliche Ueppigkeit im Wachsthum der Pflanzen zu erhalten. Was ich erwartete, trat ein, nämlich ein Rückschlag zur Primärblattform.

Bei Sistirung der Wurzelverstümmelung erholten sich die Pflanzen zusehends und im Verlauf von zwei bis drei Wochen war der frühere Zustand wieder hergestellt; es entwickelten sich in der Folge lediglich Spreitenblätter.

---

1) Goebel, Biol. Schild. II pag. 300. Abbild. pag. 299. Vergl. auch die neuerdings erschienene Abhandlung desselben Verf.: „Ueber Jugendformen von Pflanzen und deren künstliche Wiederhervorrufung", Sitzgber. der K. Bayer. Akad. der Wiss., Math.-phys. Klasse, Dec. 1896.

Denselben Effekt, wie mit dem Wurzelabschneiden, erzielte ich dadurch, dass ich Pflanzen in der bekannten Art als Wasserculturen in destillirtem Wasser zog, also ohne die Wurzeln zu verletzen. Anfangs kamen einige schon als solche angelegten Spreitenblätter zur Ausbildung, jedoch mit sehr reducirter Spreite; diesen folgten einige Uebergangsblätter und endlich Schmalblätter. — Ueberlässt man eine solche Pflanze ihrem Schicksal, geht sie natürlich aus Mangel an Nährstoffen zu Grunde; sie entwickelt sich hingegen wieder kräftig und bringt es abermals zur Spreitenblattbildung, wenn man das destillirte Wasser durch Nährlösung ersetzt. Ebenso blieben Pflanzen, die zur Controlle von Anfang an in Nährlösung cultivirt wurden, völlig ungeschwächt, so dass nur Spreitenblätter zur Ausbildung gelangten.

Weitere Versuche zeigen, dass bei dem Entwurzelungsverfahren eine Pflanze, die noch keine Spreitenblätter angelegt hat, auf dem Stadium ihrer Primärblattform erhalten werden kann. — Ich behandelte in dieser Weise sowohl Torf- als Wasserculturen mit gleichem Erfolge. Natürlich war es nicht zu vermeiden, dass unter Umständen bei den Culturen vereinzelt Blätter von der Form 2 in Fig. 1 auftraten. Denn, obwohl in der Entwurzelung möglichste Regelmässigkeit beobachtet wurde, ist doch die Wurzelneubildung bei den einzelnen Exemplaren keine gleichmässige; es steht eben auch hier die Quantität der Nahrungszufuhr in directem Verhältniss zur Form der sich entwickelnden Blätter.

Als Wasserculturen in destillirtem Wasser behandelte Pflanzen bildeten stets nur Bandblätter, so lange sie nicht aus Nahrungsmangel zu Grunde gingen.

In Nährlösung cultivirte Exemplare, denen die Wurzeln nicht abgeschnitten wurden, zeigten, wie zu erwarten war, dasselbe Verhalten wie die in Torf cultivirten Landpflanzen; auf die Bandblätter folgten Uebergangsformen und schliesslich Spreitenblätter.

Was nun die angestellten Versuche über Einwirkung des Lichtes auf die Blattgestaltung anbetrifft, so muss ich vorausschicken, dass ich hier anfangs mit einigen Schwierigkeiten zu kämpfen hatte, insofern als der richtige Grad der Lichtintensität erst nach langem Probiren ermittelt wurde. Dieser Umstand hatte zur Folge, dass meine Beobachtungen an nur wenigen Exemplaren gemacht werden konnten. — Resultate erzielte ich auf die Art, dass ich die Glasglocken, unter denen je eine Pflanze kultivirt wurde, mit einer schwarzen Papphülse umgab, so dass das Licht nur von oben eindringen konnte. Bei stärkerer Beleuchtung trat keine Veränderung in der Form der

Blätter auf und bei noch grösserer Abschwächung des Lichtes gingen die Pflanzen zu Grunde. — Ich verwandte auch hier Wasser- und Torfculturen und zwar Pflanzen mit und ohne Spreitenblätter, ausserdem einige unter Wasser wachsende junge Pflanzen mit nur bandförmigen Wasserblättern.

Nach den Erfolgen, die Goebel schon früher[1]) durch Verdunkelung mit Sagittaria sagittaefolia und in neuerer Zeit durch geringe Lichtschwächung mit Campanula rotundifolia[2]) erzielte, unterlag es für mich keinem Zweifel, auch bei meiner für äussere Einflüsse so empfindlichen Sagittaria natans, Rückschlagsbildungen erzielen zu können.

Und in der That entwickelten die älteren, mit einigen Spreitenblättern versehenen Pflanzen anfangs drei bis vier bereits angelegte gestielte Spreitenblätter; diesen folgten zwei bis drei Uebergangsblätter und schliesslich bandförmige. Die Torf- und Wasserculturen (letztere natürlich in Nährlösung) verhielten sich gleich. — Die jüngeren Pflanzen, welche nur Bandblätter trugen, brachten unter denselben Bedingungen lediglich weitere bandförmige Blätter zur Entwickelung; ebenso reagirten die unter Wasser cultivirten Pflanzen, mit Ausnahme eines Falles, wo sich ein Uebergangsblatt niedrigsten Grades beobachten liess.

Diese Ergebnisse meiner Versuche veranlassten mich nun zu weiteren, leider aber erfolglosen Experimenten. — Der Gedanke lag ja nahe, dass durch Beeinträchtigung anderer, für die Existenz einer Pflanze nothwendigen Lebensbedingungen vielleicht dieselben Reactionen erfolgten. — So cultivirte ich einige Pflanzen bei sauerstoffarmer, sowie kohlensäurearmer Luft, wie gesagt, mit negativem Erfolg, den ich vorläufig allerdings noch irgend einem Fehler in der angewandten Methode zuschreibe. Ich schliesse das aus den anfänglichen Schwierigkeiten, die sich meinen Verdunkelungsversuchen entgegenstellten.

Bevor ich zur Erläuterung einiger Beobachtungen an anderen Pflanzen übergehe, möchte ich nur noch, mit Rücksicht auf die Fig. 3, auf die Knollenbildung der Sagittaria natans hinweisen. — Diese Knollen zeigten sich fast mit Regelmässigkeit an unterirdischen Ausläufern der als Landpflanzen cultivirten Exemplare, während ich sie an den unter gewöhnlichen Bedingungen im Wasser cultivirten Pflanzen

1) Biol. Schild. II pag. 294, 95.

2) Goebel, Ueber den Einfluss des Lichtes auf die Gestaltung der Kakteen und anderer Pflanzen. Flora 1896 pag. 1 ff.

niemals beobachten konnte. Ebenso tritt keine Knollenbildung ein, wenn man die Ausläufer von Landpflanzen zwingt, über der Erde zu wachsen. Meine Bemühungen, durch Versuche hinter die Ursache dieser Erscheinung zu kommen, waren bisher erfolglos.[1])

Sagittaria chinensis Sims.

Von dieser Species standen mir vier Keimpflanzen zur Verfügung; dieselben haben ebenfalls schmale, bandförmige Primärblätter, entwickeln dann wie Sagittaria sagittaefolia Uebergangs- und schliesslich Pfeilblätter. Ich cultivirte diese Pflanze wie alle folgenden in seichtem Wasser, so dass die Blätter über dasselbe hervorragten. — Nach Ausbildung je eines Pfeilblattes wurden von zwei Exemplaren die Wurzeln abgeschnitten. Neubildung derselben erfolgte so schnell, dass von zwei zu zwei Tagen die Procedur wiederholt werden musste.

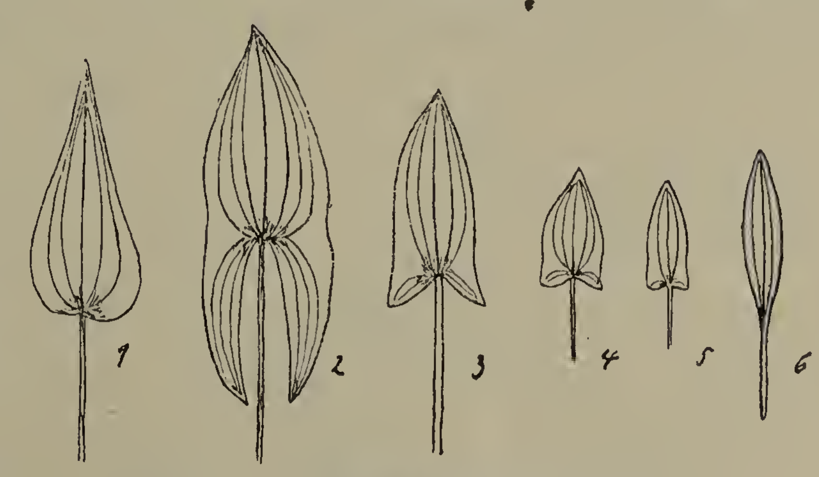


Fig. 4. Sagittaria chinensis, 2/3.

Nach Verlauf von etwa zehn Tagen bemerkte ich ein Blatt, wie es 3 in Fig. 4 darstellt; es ist noch annähernd pfeilförmig, aber mit stark verkürzten Zipfeln. Blatt 4, 5, 6 zeigen, wie die Rückbildung weiter vor sich ging. — Wenn es mir bei dieser Pflanze auch unmöglich war, dieselbe vollkommen auf ihre Primär-

1) Anmerk. Ausserdem sei es mir an dieser Stelle noch gestattet, auf eine anatomische Eigenthümlichkeit der Wasserblätter von Sagittaria natans aufmerksam zu machen. Dieselben zeigen, wie auch andere von mir in dieser Hinsicht untersuchte Pflanzen, z. B. Heteranthera reniformis, H. zosterifolia, Sparganium simplex u. a. an ihrem Scheitel eine durch Zerstörung einiger Epidermiszellen hervorgerufene apicale Oeffnung, in welche der Mediannerv einmündet, so dass die Gefässe direct mit dem die Blätter umspülenden Wasser in Berührung kommen. Es scheint diese Merkwürdigkeit bei Wasserpflanzen nicht selten zu sein, denn schon Sauvageau (sur les feuilles de quelques Monocotylédones aquatiques, Ann. d. scienc. nat. Bot. Ser. VI, T. XIII, 1891, pag. 103 ff.) findet dieselbe Erscheinung an Blättern von Zostera, Phyllospadix, Halodule und Potamogetonarten und nimmt auf Grund von Experimenten einen directen Flüssigkeitsaustausch zwischen Pflanze und Medium an, nachdem er nachgewiesen hat, dass auch die Wasserpflanzen von einem Wasserstrom durchzogen werden, den er dem Transpirationsstrom der Landpflanzen an die Seite stellt. Inwieweit diese Annahmen Sauvageau's den thatsächlichen Verhältnissen entsprechen, muss ich dahingestellt sein lassen, da ich selbst seine Versuche nicht wiederholt habe und andere Angaben in der Litteratur über diesen Gegenstand meines Wissens fehlen.

blattform zurückzuführen, so ist ein Rückschlag zu derselben immerhin unverkennbar.

Die beiden anderen, nicht entwurzelten Exemplare bildeten nach Entwickelung des ersten Pfeilblattes auch fernerhin Pfeilblätter.

Eichhornia azurea Kth.

Eine Beobachtnng, die Goebel[1]) an alten, zur Ueberwinterung aufs Land gesetzten Pflanzen machte, bei denen sich Seitensprosse mit schmalen den Primärblättern ähnlichen bandförmigen Blättern entwickelten, liess es mir nicht zweifelhaft erscheinen, auch an den Keimpflanzen, die ihre Entwickelung mit Bandblättern beginnen und erst nach einer Anzahl von Uebergangsformen gestielte Blätter mit



Fig. 5. Eichhornia azurea, $^2/_3$.

annähernd umgekehrt herzförmigen Spreite hervorbringen, mit günstigem Erfolge operiren zu können.

In derselben Weise wie Sagittaria chinensis behandelt, also bei Cultur in ganz seichtem Wasser, bildeten sich an zwei Pflanzen, wenn auch erst nach ungefähr acht Wochen, Bandblätter, die einer Anzahl von Uebergangsformen folgten (vergl. Fig. 5). Ausserdem zeigten sich hier, wie bei den von Goebel beschriebenen Landpflanzen, Seitensprosse mit bandförmigen, den Primärblättern ähnlichen, schmalen Blättern.

Gegenüber der Sagittaria natans lässt die Eichhornia als Versuchsobject viel zu wünschen übrig; nicht allein deswegen, weil sie unter der andauernden Verstümmelung der Wurzeln, die wegen der raschen Neubildung anfangs alle zwei Tage wiederholt werden musste, sehr

1) Goebel, Biol. Schild. II, pag. 287.

zu leiden hatte, sondern auch durch die verhältnissmässig spät erfolgende Entwickelung der Bandblattform; ganz abgesehen von der Unmöglichkeit, die Keimpflanzen auf dem Lande zu cultiviren und der negativen Resultate bei Abschwächung des Lichtes. — Aber immerhin zeigen die zwei angeführten Beispiele, dass auch hier die Pflanze durch künstlich herbeigeführte Ernährungsstörungen veranlasst werden kann, die Schmalblätter zu bilden, nachdem bereits höher organisirte Blätter ausgebildet waren.

Heteranthera reniformis R. u. P.

war für Versuchszwecke noch weniger geeignet, als die Eichhornia azurea, eine Thatsache, die mich umsomehr überraschte, als Goebel[1]) in einem Falle Rückschlagsbildungen hervorgerufen hat, deren Ursache allerdings nicht mit Sicherheit hat nachgewiesen werden können. — Es gelang mir weder durch Abschneiden der Wurzeln, noch durch Verdunkelung den gewünschten Erfolg zu erzielen, insofern wenigstens, als sich am Hauptspross kein Rückschlag in der Blattbildung bemerken liess.



Fig. 6. Heteranthera reniformis, $^2/_3$.

Dagegen konnte ich auch hier Seitensprosse mit Schmalblättern beobachten, welchen, wie denen der Keimpflanzen Uebergangsblätter und später gestielte Spreitenblätter folgten (vergl. Fig. 6).

Hydrocleis nymphoides Buchenau.

Zu Versuchen mit dieser Pflanze führte mich, obwohl ich keine Keimpflanzen besass, folgende Beobachtung: In den Gewächshäusern wird die Hydrocleis durch Stecklinge vermehrt, welche nach ihrer Bewurzelung sofort gestielte Spreitenblätter entwickeln. Zu Anfang des Frühlings jedoch fielen einige Pflanzen durch den Besitz einer Anzahl von Schmalblättern und einiger gestielten Blätter mit verschmälerter Spreite auf (vergl. Fig. 7). Bei näherer Untersuchung zeigte sich, dass die Mehrzahl der Wurzeln dieser Pflanzen völlig abgefault waren, offenbar die Veranlassung der Rückbildung. — Die auf der Figur abgebildeten vier Spreitenblätter sind jünger als die

1) Goebel, Ueber Einfluss des Lichtes u. s. w., Flora 1896 pag. 9.

Schmalblätter und haben sich erst nach Neubildung der Wurzeln entwickelt.

Dass wir es hier mit einem Rückschlage zur Primärblattform zu thun haben, geht ohne Zweifel aus den Angaben von A. Ernst[1]) hervor, der die Keimpflanzen der Hydrocleis beschreibt: „Jede Pflanze hat sechs Primordialblätter, die aus kurzer, blattstielartiger Basis nach



Fig. 7. Hydrocleis nymphoides, $^2/_3$.

und nach sich verbreiternd von riemenförmiger Gestalt sind“; „die Spitze ist stumpf abgerundet“.

Ernst beobachtet dann nach Entstehung des ersten Schwimmblattes mit sehr kleiner Spreite, wie die folgenden Blätter allmählich an Grösse zunehmen, bis das Blatt „seine volle Grösse und Entwickelung“ erreicht hat.

1) Vergl. A. Ernst, Ueber Stufengang und Entwickelung der Blätter von Hydrocleis nymphoides Buchenau (Limnocharis Humboldtii, C. L. Richard), Bot. Zeitung 1872, pag. 518.

Um Rückschlagsblätter künstlich hervorzurufen, behandelte ich eine Anzahl Stecklinge in gleicher Weise, wie die vorherigen Pflanzen. Die Wurzelbildung war hier aber so intensiv und das Wachsthum der Pflanzen dabei ein derart kräftiges, dass ich vergeblich auf Rückbildung der Blätter wartete. — Ebenso resultatlos verliefen Versuche, die ich an Landpflanzen dieser Species anstellte; auch hier bildeten sich nur gestielte Spreitenblätter, wenn auch zuweilen mit verschmälerter Lamina. — Verdunkelungsversuche an Wasser- und Landpflanzen lieferten ebenfalls nur negative Resultate.

Hingegen erzielte ich die gewünschte Reaction mit Pflanzen, die in reinem Quarzsand unter Wasser cultivirt wurden, denen also, mit Ausnahme der wenigen im Brunnenwasser gelösten Salze, jegliche



Fig. 8. Hydrocleis nymphoides, $^2/_3$.

anorganische Nahrung fehlte. Wie Fig. 8 zeigt, tritt nach Ausbildung einiger Schwimmblätter (1) beim nächsten Blatt (2) eine bedeutende Spreitenverschmälerung ein, und die annähernd lanzettliche Spreite ist schon nicht mehr, wie dies bei den vollkommenen Schwimmblättern der Fall ist, scharf gegen den Blattstiel abgesetzt. Blatt 3 ist ein richtiges Uebergangsblatt und bei 4 sehen wir die Pflanze, nachdem die Schwimmblätter im Laufe der Zeit zu Grunde gegangen sind, nur noch mit Blättern ausgerüstet, die den riemenförmigen Primärblättern gleichen.

Es zeigen diese wenigen Versuche, wenn auch bei den vier zuletzt besprochenen Pflanzen im Vergleich zur Sagittaria natans das Resultat ein nicht so befriedigendes war, dass es möglich ist, Pflanzen, deren Jugendblätter einfacher gestaltet sind als die später folgenden Blätter, auf ihre Primärblattform zurückzuführen; oder, wie der Versuch mit Sagittaria natans zeigt, die Pflanze auf dem Stadium ihrer Jugendblattform zu erhalten, und zwar durch äussere Einwirk-

ungen: einmal durch verminderte Lichtintensität, andererseits durch Entziehung von Nährsalzen.

Es ist damit ein weiterer Beweis geliefert, dass die Form der aufeinanderfolgenden Blätter nicht von vornherein bestimmt war, sondern davon abhängt, unter welchen Bedingungen eine Pflanze wächst. Und es ist ferner unrichtig, anzunehmen, dass z. B. einer Tiefwasserform, die infolge von Lichtmangel nicht im Stande war, die für die Bildung höherer Blätter nöthigen Stoffe zu assimiliren, die Fähigkeit, letztere überhaupt zu bilden, verloren gegangen sei.

Mithin liegt also kein Grund vor, eine derartig modificierte Form als Species oder auch nur Varietät abzutrennen. — Wir haben es hier nicht mit Formen zu thun, die als solche, durch Anpassung an bestimmte Verhältnisse, erblich fixirt sind, sondern mit Erscheinungen, die Sachs als Mechanomorphosen bezeichnet.

II.

Weddellina squamulosa Tul.

Unter allen bisher beschriebenen Arten der merkwürdigen Familie der Podostemaceen nimmt die Weddellina squamulosa durch ihren eigenartigen Bau und ihren abweichenden Habitus eine Sonderstellung ein.

Das von mir untersuchte Material, welches mir Herr Professor Dr. Goebel in bereitwilligster Weise zur Verfügung stellte, stammt aus den Katarakten des Mazaruni in British Guyana.

Die Litteraturangaben über die Weddellina sind sehr spärliche und beschränken sich mit Ausnahme der Tulasne'schen Podostemaceenmonographie und der Goebel'schen Angaben in den Biologischen Schilderungen, im Wesentlichen auf Erörterungen der Blüthenverhältnisse.

Was die Auffassung von dem morphologischen Werth der einzelnen Organe anbelangt, so hat Goebel[1]) schon darauf hingewiesen, dass die von Tulasne als „Rhizome" beschriebenen Gebilde Wurzeln, die „zahnförmigen Blätter" an demselben Hapteren und die „verästelten Blätter" sterile Sprosse sind.

Ich will nun im Folgenden versuchen, an der Hand einiger Abbildungen den Bau dieser sonderbaren Pflanze etwas näher zu erörtern.

---

1) Goebel, Biol. Schild. II pag. 349.

Die Wurzel.

Die ungefähr 1 mm breiten und 1/2 mm hohen, chlorophyllhaltigen Wurzeln kriechen in allen Richtungen über ihre meist aus Steinen bestehende Unterlage und bilden zuweilen ein dichtes Geflecht auf derselben; ihr Wachsthum ist ein unbegrenztes, wodurch sie im Allgemeinen eine erhebliche Länge erreichen. Infolge dessen habe ich an meinem Material nur wenige Wurzelspitzen gefunden und konnte nur in einem einzigen Fall eine deutliche Wurzelhaube nachweisen. — Die Wurzeln sind dorsiventral gebaut, liegen mit ihrer flachgedrückten Unterseite dem Substrat dicht auf und sind auf demselben durch Wurzelhaare und Hapteren befestigt.

Ueber die Abplattung an der Unterseite bemerkt Goebel[1]): „Sie ist wohl darauf zurückzuführen, dass die Wurzeln durch negativen Heliotropismus dem Substrat angepresst werden und dadurch sich abflachen."

Die Wurzelhaare entstehen an der Unterseite der Wurzel aus je einer Epidermiszelle; sie sind anfangs an ihrer Spitze kegelförmig abgerundet und ihre Länge richtet sich nach der Entfernung der Wurzel von der Unterlage. — Haben die Wurzelhaare das Substrat erreicht, so platten sie sich in der Regel fussförmig ab, schmiegen sich allen Unebenheiten desselben vollkommen an und scheiden eine schwarzbraune Masse, mit der sie meist ganz gefüllt sind, zu ihrer Befestigung ab. Warming[2]) bezeichnet diese Masse bei Podostemaceen mit der Weddellina ähnlichen Wurzeln als „Kitt". Die Haare, die dicht neben einander stehen und vielfach verzweigt sind, sind derartig mit einander verflochten, dass sie auf dem Querschnitt ein Scheinparenchym bilden.

Die Hapteren entstehen exogen an den Flanken der Wurzel. Wie die Wurzelhaare sind auch diese anfangs an der Spitze abgerundet und auch ihre Länge richtet sich nach der Entfernung von der Unterlage. Wenn sie das Substrat erreicht haben, platten sie sich ebenfalls fussförmig oder haftscheibenartig ab unter Absonderung des braunen Kittes. — Sie erreichen zuweilen eine Länge von mehreren Millimetern und stehen selten einzeln, sondern meist dicht gedrängt in Reihen, wie bei der von Warming[3]) beschriebenen Dicraea elongata. Sie sind an ihrer Basis mit einander verwachsen, während

---

1) Goebel, Biol. Schild. II pag. 351.

2) Warming, Familien Podostemaceae, Vidensk. Selsk. skr. 6. Raekke, naturvidenskabelig og mathematisk Afd. II, 1. (Förste Afh.)

3) Warming, a. a. O. Afh. II.

ihre mehr oder weniger verzweigten Spitzen isolirt stehen. Wurzelhaare fand ich an den Hapteren niemals.

Der Querschnitt durch die Wurzel ist infolge der Abplattung der Unterseite annähernd halbkreisförmig und in seinen peripherischen Theilen, insbesondere an der Oberseite mit einem Kieselsäurepanzer ausgerüstet, der in der Fig. 9 durch Punktirung angedeutet ist.

Die Oberhautzellen der Oberseite sind sämmtlich verkieselt, die der Unterseite mit Ausnahme derjenigen, aus denen sich die Wurzelhaare entwickeln. — Von oben gesehen, zeigen die Oberhautzellen im Wesentlichen rechteckige Form, die mit ihren etwas gewellten Wänden lückenlos an einander schliessen.

Unter der Oberhaut liegen zwei bis drei Reihen von Zellen mit verdickten Wänden, die ungefähr doppelt so lang als die Epidermis-



Fig. 9. Querschnitt durch die Wurzel, *S* Sekretbehälter.

zellen sind; an der Rückenseite der Wurzel sind auch diese zum grössten Theil mit Kiesel gefüllt. — Hieran schliesst sich das aus isodiametrischem Parenchym bestehende, dicht mit Stärke vollgepfropfte Grundgewebe, dessen Zellen nach dem Centralcylinder zu an Grösse abnehmen.

Die Epidermiszellen der Hapteren bilden die directe Fortsetzung derjenigen der Wurzel, enthalten jedoch weniger Kieselzellen. — An der Basis der Hapteren, oben und unten, liegt ein Complex von kleinen Zellen mit stark verdickten, braun gefärbten Wänden, die den Abschluss der subepidermalen Zellschichten der Wurzeln bilden.

Die Zellen des inneren Hapterengewebes sind ziemlich langgestreckt im Vergleich zu denen des Grundgewebes der Wurzeln und enthalten vereinzelt Kieselkörper.

Alle Zellwände bestehen aus reiner Cellulose und lassen eine deutliche Mittellamelle erkennen. — Die annähernd eiförmigen Stärkekörner erreichen einen Längsdurchmesser von 10 μ, zeigen bei Wasserverlust einen Riss in der Richtung der Längsachse und lassen eine concentrische Schichtung erkennen.

Der centrale Gefässbündelcylinder (Fig. 10) liegt ein wenig näher der Bauchseite, da diese ja abgeplattet ist; eine Endodermis mit Sicherheit nachzuweisen, ist mir trotz aller Bemühungen nicht gelungen, obwohl die Zellschicht um den Centralcylinder durch ihre Regelmässigkeit und kleine Verdickungen an den Radialwänden vieler Zellen an die Endodermiszellen anderer Pflanzen erinnerten. Dagegen befinden sich sowohl an der Rücken- als auch an der Bauchseite je eine Gruppe von collenchymatisch verdickten Zellen zum Schutze der Siebröhren.

Das Gefässbündel ist als diarches zu bezeichnen; die ring- oder spiralförmig verdickten Tracheiden liegen in der Lateralebene, anfangs in zwei Gruppen getrennt, die später an einander stossen, während der Phloemtheil die Bauch- und Rückenseite ausfüllt.

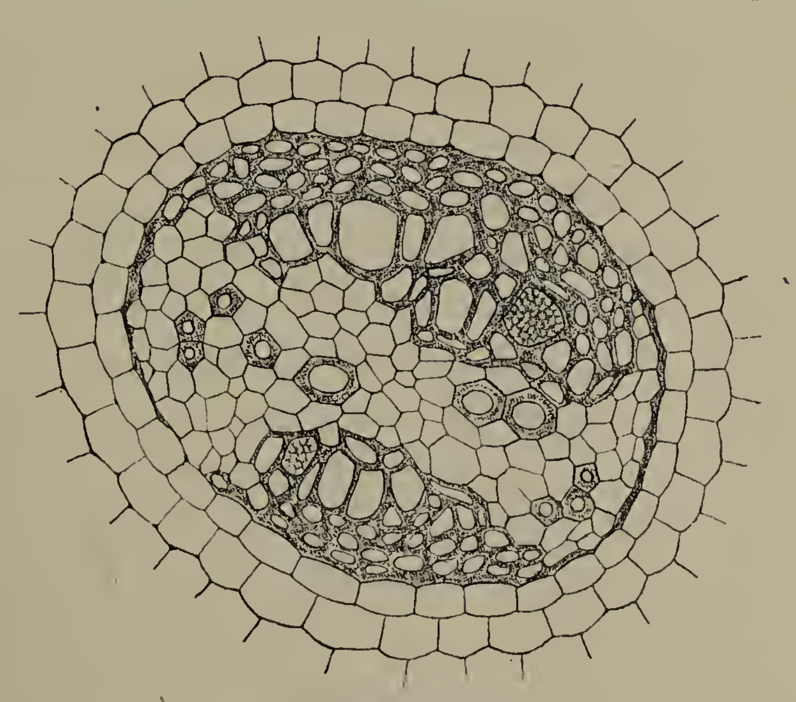


Fig. 10. Querschnitt durch den Gefässbündelcylinder der Wurzel, 200/1.

In letzterem sind deutlich ziemlich dickwandige Siebröhren mit weitem Lumen und grossen Siebplatten, sowie kleinere Geleitzellen zu erkennen. — Der übrige Theil des Centralcylinders ist mit dünnwandigem parenchymatischem Verbindungsgewebe ausgefüllt.

Im Grundgewebe der Wurzel liegen in regelmässiger Anordnung vertheilt kleine langgestreckte intercellulare Räume, die mit einem einschichtigen Epithel ausgekleidet sind (vergl. Fig. 9); sie ähneln auf dem Querschnitt den Harzgängen in einer Pinusnadel. Möglicherweise haben wir es hier mit irgend welchen Sekretbehältern zu thun, die ja auch bei anderen Podostemaceen, z. B. bei Rhyncholacis, vorkommen; einen Inhalt habe ich in dem von mir untersuchten Alkoholmaterial nicht gefunden, da ein solcher, wenn ursprünglich vorhanden, im Alkohol jedenfalls gelöst war.

Ueber die Assimilationsthätigkeit der Wurzeln bemerkt Goebel[1]), dass dieselbe wohl weniger für die Ernährung des Sprosses selbst in Betracht kommt, als vielmehr für die Anlagen der Adventivsprosse, die an den Wurzeln entspringen. Dasselbe dürfte auch von den im Parenchym der Wurzeln aufgespeicherten Stärkekörnern gelten, denen

1) Goebel, Biol. Schild. pag. 351.

ausserdem wohl noch die Ernährung der Blüthensprosse, denen Assimilationsorgane fehlen, zufällt.

Der Spross.[1])

Die Sprosse entstehen endogen an den Flanken der Wurzeln, jedoch nicht regelmässig zu Paaren wie bei einigen anderen Podostemaceen mit ähnlichen Wurzeln[2]), sondern zerstreut und ohne Regelmässigkeit.

Abweichend von allen bisher bekannten Podostemaceen ist die Trennung der Sprosse in vegetative und Blüthensprosse. Während die ersteren es bis zu einer Länge von $2^1/_2$ Fuss bringen (nach persönlicher Mittheilung des Herrn Prof. Goebel) und ein reiches Verzweigungssystem aufweisen, bleiben die Blüthensprosse verhältnissmässig kurz und unverzweigt.

Die vegetativen Sprosse flottiren frei im Wasser und sind infolge dessen der Gewalt des schnell strömenden Wassers, in dem sie leben, bei weitem mehr ausgesetzt, als die thallusartigen Podostemaceen. — Eine grössere Befestigung auf der Unterlage, als mittels der Fixirung durch die Wurzel erreicht werden kann, kommt durch eine haftscheibenartige Verbreiterung der Sprossbasis zu Stande.

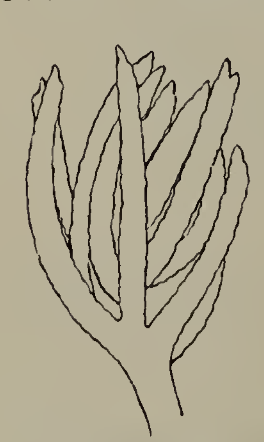


Fig. 11.
Kiemenbüschel,
50/1.

Eine Dorsiventralität der Sprosse ist nicht zu beobachten; es weicht demnach die Weddellina auch darin von allen übrigen Vertretern dieser Familie mit Ausnahme der Gattung Tristicha ab. — Die Verzweigung ist eine monopodiale und zweizeilig alternirende; allerdings findet man theilweise von dieser Stellung Abweichungen, wie auch Goebel[3]) erwähnt; es sind diese Abweichungen aber nur scheinbare, durch nachträgliche Drehung des Sprosses hervorgerufen. Die Seitensprosse erreichen oft die Stärke des Hauptsprosses, wodurch eine gabelige Verzweigung zu Stande kommt, zumal an den basalen Theilen der Pflanze.

Der ganze Spross ist dicht besetzt mit mehr oder weniger ausgezackten, kieselhaltigen und gefässbündellosen Schuppen, auf die weiter unten etwas näher einzugehen sein wird.

---

1) Vergl. Habitusbild in Goebel, Biol. Schild. Taf. 31.

2) Warming, Fam. Podost. Afh. I Podostemonarten, Afh. II Dicraea elongata u. Mniopsis Weddelliana.

3) Goebel, Biol. Schild. II pag. 350.

Ausser diesen Schuppen finden sich „an die Kiemenbüschel der Oenonearten erinnernde Organe“ (Goebel, Biol. Schild. pag. 379), „welche hier aber die Form verzweigter, mit einem Vegetationspunkt wachsender Zweigchen haben, an denen auch Schuppen, wie die oben erwähnten, nur einfacher gestaltet, stehen können“ (Goebel, Schild. pag. 350).

Es lassen sich demnach zweierlei Arten von Seitenzweigen unterscheiden, einmal grössere mit einander alternirende, ihrerseits wieder reichlich verzweigte Sprosse und zwischen denselben kleinere Zweigchen, die an Grösse successive abnehmen, je weiter sie sich der Insertionsstelle des nächst tieferen grösseren Seitensprosses nähern. Auch diese kleineren Zweigchen, die „Kiemenbüschel“ sind zweizeilig an ihrer Abstammungsachse angeordnet.

Die kleinsten dieser Büschel bestehen aus einer Anzahl ungefähr radiär gestellter cylindrischer Zellkörper (vergl. Fig. 11); durch zunehmende Verzweigung vermitteln sie einen allmählichen Uebergang zu dem nächsten grösseren Seitenzweig. — Dort, wo die Sprosse frei von diesen Büscheln sind, an den älteren Theilen der Pflanze, sind dieselben abgefallen und nur ganz vereinzelt sieht man hier und da ein Kiemenbüschel, das sich erhalten hat.

Figur 12 stellt einen kleineren Seitenspross bei etwa zehnfacher Vergrösserung dar; derselbe ist reich verzweigt und auch an ihm sieht man grössere Seitenzweige: *a, b, c, d, e, f,* die hier, wie am Hauptspross zweizeilig angeordnet sind und mit einander alterniren, wenngleich die auf einander folgenden Sprosse hier zu je zweien aneinander gerückt sind, wodurch der ganze Spross gewissermaassen in vier Abschnitte zerlegt wird. Zwischen diesen Zweigen sind wie am Hauptspross kleinere Zweigchen, unter Innehaltung derselben Abstufung in den Grössenverhältnissen, eingeschaltet, die wiederum zweizeilig angeordnet sind und deren grössere an ihrer Basis und theilweise bis zur Mitte mit schmalen Schuppen besetzt sind.

Figur 13 zeigt den Seitenspross *b* der Fig. 12 bei noch stärkerer Vergrösserung. Die Achse ist hier schon zum Theil mit Schuppen besetzt, die von denen der grösseren Sprosse durch ihre einfachere, schmälere Form abweichen. Als Seitenorgane dieser Sprosse findet man nur noch Kiemenbüschel einfacherer Art, die wie alle übrigen Zweige der Pflanze in zweizeiliger Anordnung vertheilt sind. Wie man an den mit *a, b, c, d* bezeichneten Büscheln sieht, kommt auch hier das allmähliche Grösserwerden der Seitenzweige, wenn auch weniger auffallend, zum Ausdruck.

Es erinnern diese sonderbaren Grössenverhältnisse in der Verzweigung an die Anordnung der Wurzelsprosse der von Warming[1]) beschriebenen Dicraea elongata; hier wie dort hat es den Anschein, als würden die Zweige in absteigender Reihenfolge angelegt, was



Fig. 12. Seitenspross, 10/1. Fig. 13. Seitenspross, 35/1.

aber, wie die Entwickelungsgeschichte zeigt, nicht der Fall ist. Indessen ist es äusserst schwer zu entscheiden, ob nicht einzelne Zweigchen durch intercalares Wachsthum eingeschoben werden; denn an den jungen Sprossanlagen waren oft erst winzige Höcker zu be-

1) Warming, a. a. O. Afh. II Taf. X.

merken, die gegen die Spitze ihrer Entstehungsachse an Grösse und Differenzirung zunahmen. Wir finden hier bei den jungen Anlagen wiederum dieselben Grössenunterschiede, wie an den älteren Sprossen. — Aber nicht nur die Sprossanlagen, sondern auch die Anlagen der Schuppenblätter am Hauptspross würden dann intercalar entstehen müssen, da dieselben, was ihre Entwickelungsstufen anbetrifft, mit den betreffenden Seitensprossanlagen gleichen Schritt halten; es wäre das für vegetative Organe ein immerhin aussergewöhnlicher Fall. — Mir scheint es wahrscheinlicher, dass wir es bei der ungleichmässigen Entwickelung der Seitensprosse mit einer schon in sehr frühem Entwickelungsstadium beginnenden Hemmung im Wachsthum zu thun haben. Die Ursache hierfür ist vielleicht bei der grossen Zahl von Seitensprossen in den Raumverhältnissen zu suchen; denn am auffallendsten sind die Abstufungen in der Grösse der Zweigchen an den mittleren Theilen eines Sprosses, wo die kräftigsten grösseren Seitenzweige stehen. Die Grösse der kleineren Zweigchen nimmt stets mit der Divergenz zwischen Haupt- und Seitenspross zu, so dass der ganze Raum zwischen diesen beiden vollkommen mit den Kiemenbüscheln ausgefüllt ist, während an den Spitzen der Sprosse, wo freier Raum zur Entfaltung genügend vorhanden ist, die Grössenunterschiede verschwinden.

Ob unter Umständen das gehemmte Wachsthum der Zweigchen wieder aufgenommen werden kann, muss ich dahin gestellt sein lassen; es ist dies aber nicht unwahrscheinlich, da die Vegetationsspitzen völlig gesund erscheinen und die Möglichkeit ist nicht ausgeschlossen, dass bei Verlust einer grösseren Anzahl von Kiemenbüscheln, der bei der Zartheit dieser Gebilde und in Anbetracht des Standortes der Pflanze leicht denkbar ist, die übrig bleibenden Organe einen Antrieb zur Weiterentwickelung erhalten.

Was die Werthigkeit der kleinen Zweigchen anbelangt, so darf ich sie wohl angesichts ihres allmählichen Ueberganges in die grösseren Zweige und der gleichen zweizeiligen Stellung den letzteren als homolog an die Seite stellen.

Die schuppenartigen, gefässbündellosen Blätter, mit denen der Spross dicht besetzt ist, enthalten Chlorophyll und Stärkekörner, welch letztere bedeutend kleiner sind als diejenigen der Wurzel und keine Schichtung erkennen lassen. — Spaltöffnungen fehlen vollständig.

Die Form der Schuppenblätter ist eine äusserst mannigfaltige; an den älteren Theilen des Sprosses mehr breit als lang und ganzrandig, werden sie, je höher man am Spross hinaufgeht, gezähnt und

schliesslich tief eingeschnitten, um an den jüngsten Sprosstheilen sich wieder allmählich zu vereinfachen. — Alle diese Schuppenblätter sind reich an Kieselsäure, die hier, wie an den Wurzeln, das ganze Zellinnere erfüllen.

Was die Stellung der Schuppenblätter am Spross anbetrifft, so vermochte ich dieselbe auf keine Weise in der üblichen Art zu schematisiren; jedoch an jungen, noch in der ersten Entwickelung begriffenen Sprossen kann man beobachten, dass die Seitenspross-anlagen durch je ein Blatt auf jeder Seite geschützt werden, indem



Fig. 14. Seitenspross in Entwickelung, 10/1.

die Anlagen von den Blättern zum grossen Theil verdeckt werden. Diese Blätter sind jedoch nicht auf gleicher Höhe inserirt.

Bemerkenswerth ist, dass die Seitensprosse niemals in den Achseln irgend eines Blattes entstehen, sondern stets seitlich und oberhalb der Insertionsstelle eines Blattes.

Figur 14 zeigt einen grösseren Seitenspross in ziemlich jungem Entwickelungszustand. Er ist dicht mit Schuppen besetzt und birgt unter denselben die Anlagen seiner jungen Seitenzweige. Hier, wo die Schuppenblätter dicht an einander gestellt sind und zum grossen Theil dachziegelig über einander greifen, erkennt man ohne Weiteres ihre Bedeutung als Schutzorgane für die darunter liegenden Anlagen,

ganz abgesehen von ihrer Wichtigkeit als Assimilationsorgane. Der Schutz für die jungen Sprosse wird noch dadurch vermehrt, dass die Blätter, wie erwähnt, kieselhaltig sind.

Die Schuppenblätter sind nicht alle gleich gross, und theils ganzrandig, theils ausgezackt. Die grössten derselben stehen über den Insertionsstellen der stärkeren Seitensprosse, während die kleineren, einfacher gebauten die basalen Partien des Sprosses bedecken und unregelmässig zwischen den grösseren eingestreut sind.

Bereits erwähnt wurde, dass an jungen Zweigen die Schuppenblätter sich wieder vereinfachen und schmäler werden, dagegen bleibt der Kieselgehalt bestehen. — Diese schmalen Schuppenblätter bilden nun den Uebergang zu den Kiemenblättern.

Mit diesem Namen bezeichne ich jene cylindrischen Zellkörper, die in ihrer Gesammtheit mit ihrer Abstammungsachse die Kiemenbüschel repräsentiren.

Der allmähliche Uebergang zu den Schuppenblättern an den schwächeren Zweigen und ihre analoge Entstehung am Vegetationspunkt derselben lassen eine Gleichwerthigkeit mit den Schuppenblättern nicht zweifelhaft erscheinen.

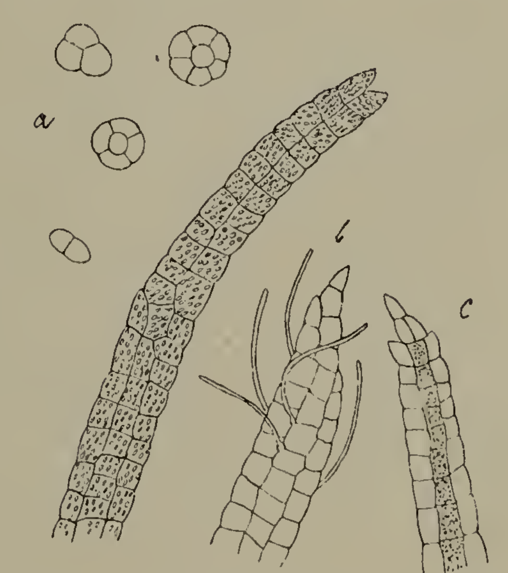


Fig. 15. Kiemenblätter, 150/1.

Kieselkörper, sowie Spaltöffnungen fehlen diesen Organen vollständig; dagegen enthalten die Zellen reichlich Chlorophyll und Stärke; im Inneren eines solchen cylindrischen Kiemenblattes erstreckt sich fast in ganzer Längenausdehnung ein Hohlcylinder, um welchen die Zellen in regelmässiger Anordnung, und eine Schicht darstellend, aufgebaut sind (Fig. 15); bei *a* sind einige Querschnitte abgebildet, die zwei- und dreizelligen stammen aus der Blattspitze oberhalb des Hohlraumes.

Dieser Hohlraum scheint cellulären Ursprungs zu sein; ob durch Auflösung mehrerer Zellen entstanden, oder durch Streckung einer einzelnen, vermochte ich nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. An Längsschnitten durch noch ganz junge Blättchen konnte ich an Stelle des Hohlraumes eine grössere langgestreckte, mit Protoplasma und einem unverhältnissmässig grossen Kern versehene Zelle beobachten.

Zuweilen fand ich den Hohlcylinder ausgefüllt mit einer bräunlichen körnigen Masse, die sich indifferent gegen jegliches Lösungsmittel oder sonstige Reagentien verhielt (Fig. 15, *c*).

Ueber die Entwickelung der Kiemenblätter ist zu bemerken, dass ihre Entstehung eine ungleichmässige ist. Die Primordien an der äusseren Seite des Vegetationspunktes sind zahlreicher und werden zuerst angelegt und haben sich meist schon vollkommen zu Blättern entwickelt, wenn die der Innenseite erst in der Bildung begriffen sind. Hierdurch kommt eine Dorsiventralität zu Stande, die später, nach völliger Ausbildung der Blätter eine weniger auffallende wird (Fig. 16).

Was den Namen „Kiemenbüschel" anbetrifft, so wurde derselbe von Goebel für büschelig gestellte, mit kleinen Haaren versehene, Emergenzen an Oenoneblättern mit Rücksicht auf ihre physiologische Bedeutung gewählt, die derjenigen der feinzertheilten Blätter vieler Wasserpflanzen entspricht, „denn es kommt bei einer Wasserpflanze offenbar darauf an, nicht nur eine möglichst grosse Blattfläche zu entwickeln, sondern die Blattsubstanz möglichst mit dem Wasser in Berührung zu bringen, um die darin absorbirten Gase aufnehmen zu können." (Biol. Schild. pag. 348.) Der Kürze halber habe ich für die „an die Kiemenbüschel der Oenonearten erinnernden Organe" den Ausdruck Kiemenbüschel bei der Weddellina beibehalten, da ihnen ohne Zweifel dieselbe Function zufällt, wie den Oenonekiemenbüscheln oder den fein zertheilten Blättern sonstiger Wasserpflanzen. — Eine grössere Oberflächenentwickelung wird bei der Weddellina noch dadurch erreicht, dass an den Kiemenblättern einzelne Zellen zu Haaren anwachsen, die sehr schwer, nur bei Anwendung von Farbstoffen, zu erkennen sind (vergl. Fig. 15, *b*).



Fig. 16. Kiemenbüschel in Entwickelung, 150/1.

Das Grundgewebe des Sprosses besteht aus ziemlich grossen isodiametrischen Zellen und enthält keine Intercellularräume. Die stärksten Sprosse der mir vorliegenden Exemplare hatten einen Durchmesser von ungefähr $^1/_2$ cm.

Unter der dünnen braunen Cuticula liegt eine Verdickungsschicht der Epidermis, die durch Chlorzinkjodlösung nicht gebläut wird und sich als Mittellamelle in den Zellwänden fortsetzt.

Der Gefässbündelverlauf schliesst sich dem bei De Bary unter VI (Phanerogamen mit axilem Strang) aufgeführten an und zwar denen der zweiten Kategorie, „welche stammeigen sind, mit dem Stammende acropetal fortwachsen", wie bei Myriophyllum u. a.; nur mit dem Unterschiede, dass die seitlichen Abzweigungen des centralen Bündels sich nicht in die Blätter fortsetzen, sondern in die grösseren

Seitensprosse; die kleineren sind gefässbündellos. Und zwar ist zu bemerken, dass die Abzweigung desjenigen Seitenstranges, der bestimmt ist, sich in einem Seitenspross fortzusetzen, schon an der Stelle beginnt, wo der nächst tiefere gefässbündeltragende Seitenspross inserirt ist. Der Seitenfibrovasalstrang läuft nun neben dem axilen Strang her bis zu seinem Eintritt in den für ihn bestimmten Seitenspross, so dass auf einem Querschnitt durch den Spross immer zwei von einander getrennte Gefässbündelstränge getroffen werden.

Der axile Gefässbündelstrang, der in den wenigsten Fällen genau central verläuft, ist gegen das Grundgewebe durch einen ungleichmässigen Ring von collenchymatischem Gewebe abgegrenzt. Innerhalb dieses Collenchymringes liegen Siebröhren und Gefässe anfangs in collateraler Anordnung, die an älteren Sprossen zu einer concentrischen auswächst, so dass der Siebtheil den Xylemtheil umgibt. Die Siebröhren sind hier, wie bei der Wurzel, zahlreich und weitlumig; auch die spiralig verdickten Gefässe sind in grosser Anzahl vertreten. Dieselben werden in älteren Sprossen zum Theil resorbirt, so dass intercellulare Räume entstehen, wie es auch schon von Tulasne[1]) an anderen Podostemaceen beobachtet wurde.

Ein Cambium fehlt vollständig, infolge dessen auch ein normales secundäres Dickenwachsthum. Dagegen bemerkte ich an den basalen Theilen alter Sprosse eine secundäre Verdickung im Grundgewebe. Ein Querschnitt durch einen derartigen Spross zeigt ein vollkommen anderes Bild, als ein etwas höher geführter Schnitt (Fig. 17, 18). Die isodiametrischen Zellen sind durch tangentiale Wände fast bis gegen den Gefässbündelcylinder hin ein- oder mehrfach getheilt. Die Folge dieses Theilungsvorganges war ein unregelmässiges Zerreissen der Epidermis. Indessen war von Korkbildung nichts zu bemerken.

Wie die sterilen Sprosse entstehen auch die Blüthensprosse endogen an den Flanken der Wurzel. Sie sind bedeutend kürzer als die vegetativen Sprosse, mit braunen, scheidenartig den Spross umfassenden Schuppen besetzt und unverzweigt. Jeder Spross schliesst mit einer terminalen Blüthe ab (vergl. Tulasne's Monogr. Abbild.). Mir standen an meinem Material nur Knospen zur Verfügung mit sehr kurzem Stiel. Sie waren dicht besetzt mit braunen, gefässbündellosen Schuppen, die offenbar denen der sterilen Sprosse homolog sind (vergl. darüber Goebel, Biol. Schild. pag. 380).

---

1) Tulasne, Podostemacearum Monographia (Archives du Muséum d'histoire naturelle. Tome VI, 1852).

Die fünf unverwachsenen, in $^{2}/_{5}$ Deckung liegenden Perigonblätter sind auf einem Querschnitt durch die Knospe[1]) leicht kenntlich an je einem Gefässbündel, das den Deckschuppen fehlt. — Ueber die Zahl der Staubblätter fand ich verschiedene Angaben; es scheint demnach dieselbe eine recht schwankende zu sein. Tulasne[2]) gibt 6—10 an, Goebel[3]) hat stets mehr gefunden, Bentham and Hooker[4]) sowie Weddell sprechen von 5—25. — In den wenigen von mir untersuchten Knospen fand ich 20 oder 25.

Der Fruchtknoten ist zweifächerig und oberständig. An den Wurzeln sieht man ausser den Sprossen und Knospen der Blüthensprosse wenige Centimeter lange dünne Stiele entspringen; es sind

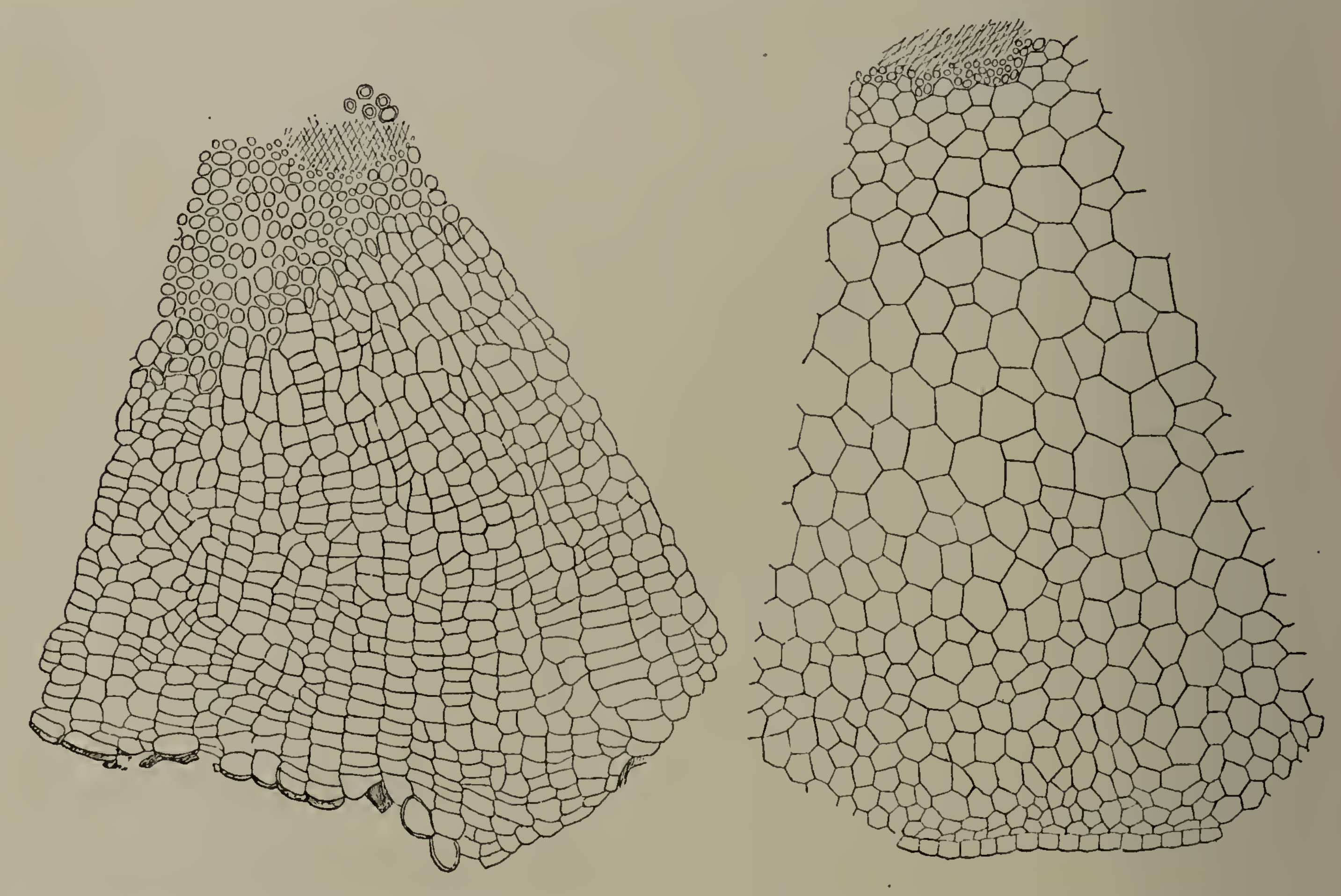


Fig. 17. Ouerschnitt durch den Spross; secundäre Zelltheilung, 50/1.

Fig. 18. Querschnitt durch den Spross, 50/1.

dies jedenfalls Blüthensprosse, von denen die äusseren weicheren Partien und der Gefässbündelstrang verschwunden sind; nur ein Cylinder von sklerenchymatisch verdickten Zellen, wie ich sie im sterilen Sprosse nicht gefunden habe, ist stehen geblieben. — Analoge Erscheinungen findet man bei Rhyncholacis und anderen Podostemaceen.

---

1) Goebel, Biol. Schild. pag. 379, Abbild.

2) a. a. O. pag. 196.

3) Biol. Schild. pag. 379.

4) Benth. and Hooker, gen. plant.

Es kommt zuweilen vor, dass Sprosse, die ursprünglich als Blüthensprosse angelegt waren, sich nicht als solche entwickeln, sondern zu sterilen werden. Sie unterscheiden sich von den übrigen vegetativen Sprossen durch die grossen, nur den Blüthensprossen zukommenden basalen Deckschuppen, die den Stengel scheidenartig umfassen (vergl. dazu Goebel, Biol. Schild. pag. 380).

Die Kieselbildungen spielen bei der Weddellina, wie bei den meisten Podostemaceen eine hervorragende Rolle im anatomischen Aufbau der Pflanze. Warming[1]), Cario[2]), Goebel[3]) und Kohl[4]) haben in mehr oder weniger eingehender Weise über Gestalt, Bildung und biologische Bedeutung dieser Kieselkörper berichtet.

Charakteristisch für diese Kieselbildungen ist der Umstand, dass sie im fertigen Zustand das Innere der ganzen Zelle, welche dieselben producirt, ausfüllen, wodurch ihre Form von vornherein im Wesentlichen bestimmt wird, soweit nicht durch irgend welche Inhaltskörper der Zelle dieselben gewissen Modificationen unterworfen sind.

Wie weit der Zellinhalt auf die Gestalt eines Kieselkörpers von Einfluss sein kann, geht aus Kohl's Untersuchungen hervor, der sogar dem Zellkern eine nicht unwesentliche Rolle bei der Gestaltung zuschreibt; ich habe bei der Weddellina zwar in den Randzellen der Schuppenblätter Körper mit einem einzigen kleinen halbkugeligen Hohlraum am Rande gefunden, der vielleicht durch den Kern bedingt sein mochte, da andere Inhaltskörper, wie z. B. Stärke, nicht vorhanden waren. Einen Kern jedoch nachzuweisen, gelang mir niemals, so dass ich nicht zu entscheiden vermag, ob ein so zarter Körper, wie der Zellkern, hier die Ursache der Unregelmässigkeit war. — Dass hingegen die Stärkekörner von Einfluss auf die Gestaltung der Kieselkörper sein können und zwar in nicht geringem Maasse, zeigen die höckerigen, unregelmässig geformten Körper in manchen Zellen der Schuppenblätter.

Im Uebrigen kommen wie bei anderen Podostemaceen theils glasklare, homogene Gebilde vor, wie z. B. in den Randzellen der Blätter, theils solche mit einem porösen Inhalt, wie z. B. in den Zellen der Wurzel (Fig. 19) und ein grosser an beiden Seiten zuge-

---

1) Warming, Famil. Podostemac.

2) Cario, Anatom. Untersuchung. von Tristicha hypnoides Spr. (Bot. Ztg. 1881, J. 39 pag. 28 ff.)

3) Goebel, Biol. Schild.

4) Kohl, Untersuchungen über Kalksalze und Kieselsäure, Marburg 1889, pag. 249 ff.

spitzter Kieselkörper an den Blattspitzen. Die eine Hälfte des letzteren ragt frei hervor, während die andere in das Gewebe eingesenkt ist (Fig. 20).

Dieser Körper ist leicht mechanisch zu entfernen und fehlt in der That den meisten älteren Schuppenblättern. — Interessant ist die Art, wie dieser Körper nach aussen befördert wird; denn nicht von Anfang an liegt die Zelle, die diesen Körper producirt, an der Oberfläche, sondern sie ist ursprünglich von anderen Zellen umgeben, welche, nachdem auch deren Inhalt verkieselt worden ist, abfallen, und so die eine Hälfte des spitzen Körpers freigeben. (Die ursprüngliche Anordnung der Zellen ist in der Fig. 20 durch punktirte Linien angedeutet.)

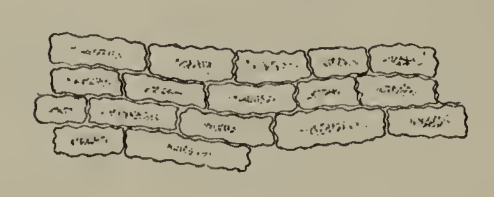


Fig. 19. Epidermiszellen der Wurzeln mit Kieselkörpern, 150/1.

Verkieselte Membranen habe ich nie gefunden, so dass nach kurzer Behandlung mit Chromsäure sämmtliche organische Substanz zerstört wurde und nur die isolirten Kieselkörper zurückblieben.

Die Entwickelung der Kieselbildungen beginnt nach meinen Untersuchungen schon in der frühesten Jugend der betreffenden Organe. Ihre Entstehungsweise zu beobachten, ist mir indes nur zum Theil gelungen. — Wie Warming für andere Podostemaceenarten angibt, fand ich auch hier Zellen, die noch nicht vollständig verkieselt waren, in denen erst in der Mitte sich ein Kieselkörper bemerkbar machte, der sich später, wie andere Zellen zeigen, vergrössert und das ganze Zellinnere ausfüllt. Andrerseits machten manche Zellen, die viel Stärke enthielten, wie die der Blätter, den Eindruck, als wenn die Verkieselung eine plötzliche sei. Ich fand wiederholt Zellen, an denen es ohne Anwendung von Reagentien unmöglich zu entscheiden war, ob eine Verkieselung schon eingetreten oder nicht, denn die Form der Stärkekörner war deutlich sichtbar und erst die Erfolglosigkeit der Jodbehandlung zeigte, dass in einigen Fällen schon eine Verkieselung eingetreten war. Es stimmen diese Beobachtungen mit Kohl's [1]) Angaben über die Kieselkörper bei Kentia Forsteriana überein und es bleibt noch zu entscheiden, ob die Stärke als solche in der Kieselmasse eingeschlossen ist oder nicht. Es gelang mir aber auf keine Weise, nach Auflösung

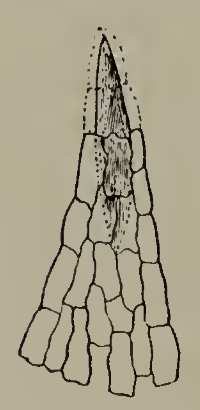


Fig. 20. Spitze eines Schuppenblattes, 50/1.

1) a. a. O. pag. 256.

der Kieselsäure mittels Flusssäure, noch Stärke nachzuweisen, ebenso wenig waren Hohlräume an Stelle der Stärke zu constatiren. Ob hier, wie Kohl bei der Kentia annimmt, die Stärkekörner „im wahren Sinne des Wortes“ „versteinert“ sind, oder ob die Stärke in gelöster Form einen Ausweg gefunden hat und an ihre Stelle Kiesel getreten ist, muss ich auf sich beruhen lassen. Soviel scheint mir jedoch sicher zu sein, da die Gestalt der Stärkekörner im Kieselkörper noch zu erkennen ist, dass die Verkieselung der Stärkekörner später erfolgt, erst nach Verkieselung des übrigen Zellinhaltes.

Zum Schluss bleibt mir noch die Frage nach der biologischen Bedeutung der Kieselkörper zu erörtern. Dass dieselben, wie Kohl[1]) annimmt, der Pflanze bei eintretenden Wassermangel, von irgend welchem Nutzen seien dadurch, dass sie ein Zusammenfallen des Gewebes verhindern, muss nach Angaben Goebels[2]) als ausgeschlossen gelten, da alle Podostemaceen schon nach ganz kurzer Zeit zu Grunde gehen, wenn sie nicht mehr vom Wasser umspült werden.

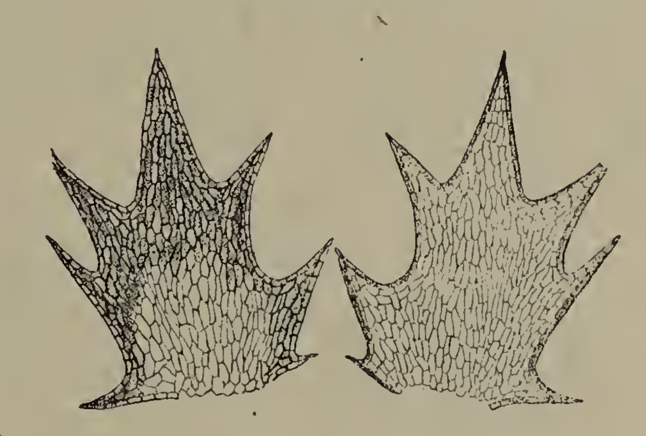


Fig. 21. Schuppenblätter, 20/1. Aussen- und Innenseite; die dunkel gehaltenen Zellen enthalten Kieselkörper.

Dass die Kieselkörper einen Schutz gegen das Gefressenwerden von Thieren bieten, macht die sonderbare Entwickelung des erwähnten spitzen Körpers an den Blattzipfeln, sowie dessen leichte Lösbarkeit aus dem Gewebe immerhin nicht unwahrscheinlich.

Ob weiter die Kieselbildungen, die in ihrer Anordnung bei der Weddellina, wie bei anderen Arten (vergl. Kohl, a. a. O. pag. 307) augenscheinlich recht vortheilhaft sind (Fig. 21), um einen Druck von aussen wirksam abzuwehren, auch noch entwickelten Pflanzen einen Schutz gewähren können, will ich unentschieden lassen. Hingegen kann es keinem Zweifel unterliegen, dass den jungen, in der ersten Entwickelung stehenden Sprossen, die bedeckt sind von den dachziegelig über einander liegenden Schuppenblättern, die Kieselkörper derselben einen nicht unbeträchtlichen Schutz zu Theil werden lassen.

1) a. a. O. pag. 307.

2) Goebel, Biol. Schild., pag. 336.

Ueber Scheincopulationen bei Ectocarpeen und anderen Algen.

Von

Friedrich Oltmanns.

(Hierzu Tafel VII und vier Textfiguren.)

Hinreichend bekannt sind die Angaben Berthold's[1]) über die Copulation der Schwärmer aus den pluriloculären Sporangien von Ectocarpus siliculosus und Scytosiphon lomentarius. Dieser Forscher fand, dass eine (weibliche) Schwärmspore sich festsetzt und dass sich um diese andere (männliche) schaarenweise ansammeln. Eine oder zwei männliche Schwärmer verschmelzen mit dem Weibchen zur Zygote. Zur leichteren Orientirung gebe ich Bertholds Figuren hier wieder, soweit sie in Frage kommen. Berthold's Angaben haben

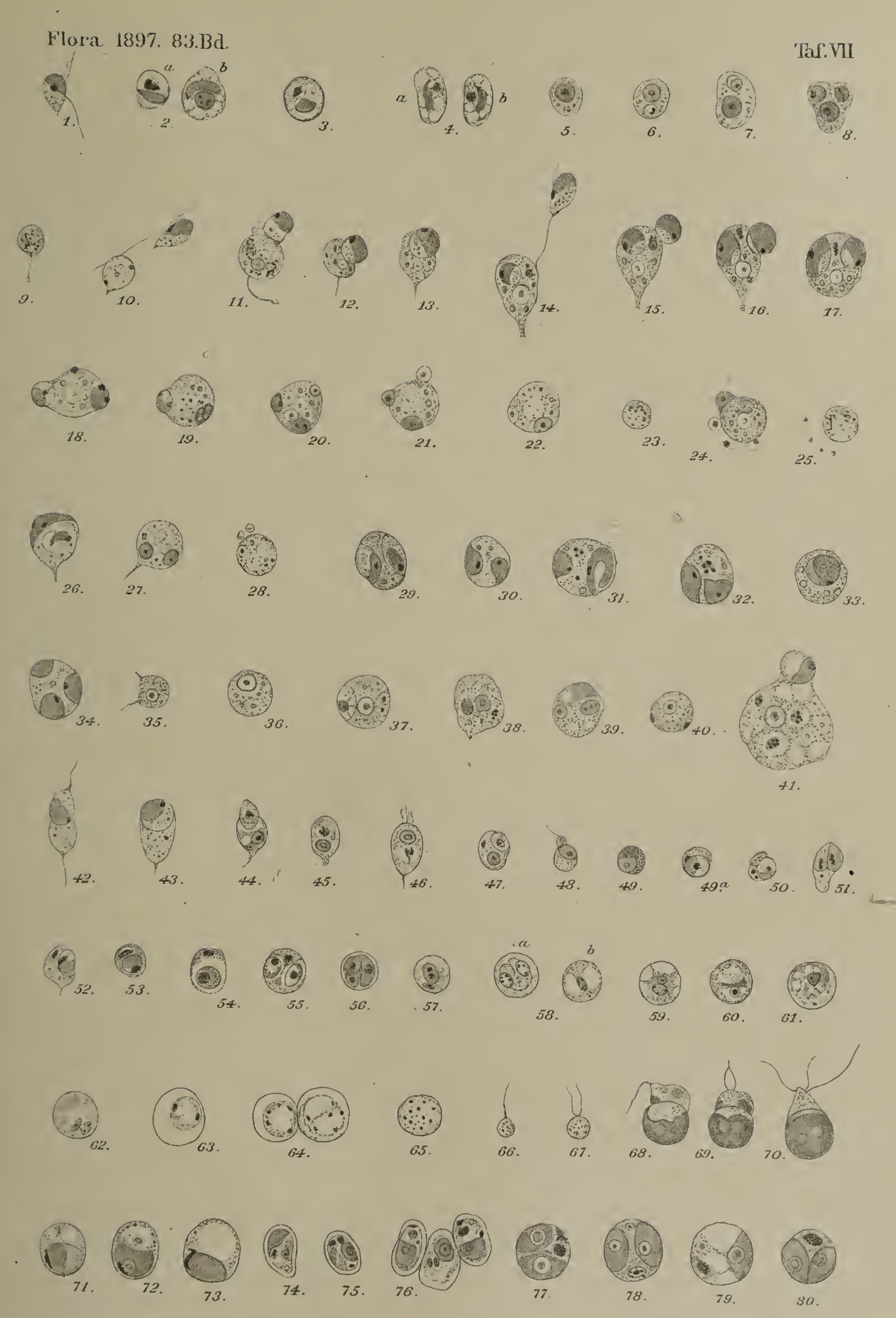


um so leichter Eingang in alle Lehr- und Handbücher gefunden, als die Befruchtung bei den Ectocarpeen in willkommenster Weise den Ausgangspunkt für die gleichnamigen Vorgänge bei den Cutleriaceen u. s. w. zu bieten schien.

Schon vor mehreren Jahren hatte ich in Rostock in Culturen von Ectocarpus siliculosus aus der Ostsee Anhäufungen gesehen, welche

---

1) G. Berthold, Die geschlechtliche Fortpflanzung der eigentlichen Phaeosporeen. Mitth. d zool. Stat. Neapel Bd. II (1881) pag. 401.



Oltmanns del.

W.A. Meyn, Lith. Inst. Berlin S.

den von Berthold gezeichneten auf ein Haar glichen — auch ich sah einen wenig grösseren Schwärmer umringt von vielen anderen. Ich sah auch die Vereinigung eines Schwärmers aus der Masse mit dem „Weibchen“, wurde aber schon stutzig, als sich diese „Copulation“ nicht selten 3—4mal wiederholte. Als ich dann die Dinge in der feuchten Kammer unter dem Mikroskop verfolgte, blieb die Keimung der „Zygote“ nicht bloss aus, sondern das Ganze ging nach 1—3 Tagen zu Grunde unter allen Erscheinungen, welche die Verdauung eines Organismus durch Amöben oder ähnliche Protisten zu begleiten pflegen. Ich konnte damals feststellen, dass der weibliche Schwärmer nichts anderes sei, als irgend ein Protist, der einen Schwärmer verspeist und sich darauf festgesetzt hatte; eine farblose plasmatische Hülle um den anfänglich scharf umgrenzten Schwärmer war deutlich sichtbar und es war kaum zweifelhaft, dass die Geisseln des Ectocarpusschwärmers sich mit Pseudopodien oder dergleichen von dem Protisten verwickelt hatten. Ausser der weiteren Thatsache, dass die genannten Vorgänge sich fast ausschliesslich in Culturen abspielten, die mehrere Tage alt waren, kaum jemals dagegen an ganz frischem Material beobachtet wurden, stellte ich damals nichts fest, weil mich andere Dinge beschäftigten.

Bei einem Aufenthalt in Neapel im Frühjahr 1896 habe ich die Beobachtungen wieder aufgenommen. Ich operirte mit E. criniger.[1]) Da diese Species erst kürzlich aufgestellt wurde und dem E. siliculosus sehr ähnlich ist, hat möglicherweise auch Berthold diese Form vor sich gehabt. Die Algen wurden in der üblichen Weise in grösseren Gefässen cultivirt, nachdem ich mich durch vorgängige genaue Revision überzeugt hatte, dass nur pluriloculäre Sporangien vorhanden waren. Doch möchte ich betonen, dass man für absolutes Fehlen der uniloculären Sporangien nicht einstehen kann. Da man mit grösseren Algenrasen arbeiten muss, werden sich einzelne dieser Organe immer der Beobachtung entziehen, zudem werden gelegentlich neue nachgebildet, stehen doch nicht selten bei unserer Form uni- und pluriloculäre Sporangien neben einander. Uebrigens wird der Verlauf unserer Erörterungen zeigen, dass Beimengung einiger aus uniloculären Sporangien hervorgegangenen Schwärmer nichts ausmacht — ich wüsste zudem nicht, wie sie mit mathematischer Sicherheit fern zu halten seien.

Die Schwärmer traten während des März und April meistens in den Vormittagsstunden aus, wie das auch frühere Beobachter für ver-

1) Nach gütiger Bestimmung des Herrn Dr. Kuckuck. Vergl. auch Botan. Zeitg. 1895.

wandte Species angeben. Sie sammeln sich am Fensterrande der Gläser und es ist ein leichtes, sie mit einer Pipette in hohlgeschliffene Objectträger, in feuchte Kammern etc. zu übertragen. In diesen kann man häufig sehr rasche Haufenbildungen wahrnehmen, aber vielfach rühren dieselben daher, dass sich die Schwärmer um irgendwelche zufällige, z. B. anorganische, Beimengungen ansammeln oder um einen bereits völlig zur Ruhe gekommenen Schwärmer u. dgl. mehr. Von Copulation ist keine Spur sichtbar.

I.

Unter den am Tropfenrande sich sammelnden Schwärmern bemerkt man einzelne, welche ihre Genossen wenig an Grösse übertreffen und auch etwas andere Bewegungen ausführen — sie laufen nicht so geradlinig wie die ersteren, sie schaukeln und pendeln ausgiebiger. Diese grösseren Schwärmer setzen sich ebenfalls am Tropfenrande, meist auch auf der Lichtseite, fest, genau so wie Berthold das abbildet (Fig. 1, oben). Im Wesentlichen wie Berthold sah ich dann einzelne oder mehrere Schwärmer von Ectocarpus an den zuerst zur Ruhe gekommenen haften, dann ein Einziehen der vorderen Cilie und weiterhin eine Copulation des zweiten Schwärmers mit dem ersten (Fig. 14—17 Taf. VII) unter Abrundung des Ganzen.

Der sich festsetzende Schwärmer, von welchem wir soeben redeten, ist nun aber ein Flagellat, welcher vorher bereits einen Ectocarpusschwärmer in sich aufgenommen hat. Wie das erfolgt, zeigen die Figuren 9—13 Taf VII. Man findet in den Feuchtkammern kleine farblose Organismen, die sich lebhaft schaukelnd bewegen, bei Jodfärbung besonders leicht eine Cilie erkennen lassen (Fig. 9) und sich gelegentlich mit dieser festsetzen; dann haftet ein Ectocarpusschwärmer mit seiner Vordergeissel an dem Flagellaten, die Geissel wird verkürzt und der Schwärmer „copulirt" mit dem Flagellaten, indem er sich häufig vorher abrundet. Ist die Verschmelzung erfolgt, so kann der Flagellat die Bewegung fortsetzen, um später erneut zur Ruhe zu kommen, wie schon betont, unter Contraction der Cilie, die in diesem Stadium relativ derb erscheint.[1]) Auf welche Weise das Haften der Geissel des Algenschwärmers an dem Flagellaten statt hat, ist mir nicht ganz klar geworden, da ich Pseudopodien etc. auf diesen Stufen nicht wahrnahm.

---

1) In den Figuren ist sie freilich etwas zu dick ausgefallen.

Was nun weiter aus der in Fig. 17 abgebildeten Pseudozygote wird, ergeben Fig. 18—23 Taf. VII die mit Fig. 14—17 dasselbe ständig beobachtete Individuum repräsentiren. Die Stadien der Fig. 14—17 wurden in wenigen Minuten durchlaufen, etwa um 12 Uhr Mittags. 3½ Uhr Nachmittags war die ursprünglich runde Pseudozygote etwas in die Breite gezogen, man sah einen braunrothen Klumpen am oberen Rande, welcher gegen 4 Uhr ausgestossen wurde unter gleichzeitiger Abrundung des Ganzen (Fig. 19). Der braune Klumpen rührt von der Verdauung der aufgenommenen Schwärmer durch den Flagellaten her; diese wird fortgesetzt, indem die Chromoplasten in weitere braune Klumpen zerfallen, die theils am selben Tage, theils im Laufe der Nacht ausgeschieden werden, so dass man am folgenden Morgen nur noch eine farblose Kugel vorfindet. Die Fig. 24 und 25, sowie 26—28 zeigen die Ausstossung der unverdauten Nahrungsballen an anderen Individuen noch besser und demonstriren auch, dass die beschriebenen Processe verbunden sind mit einem wiederholten, ja häufigen Ausstrecken und Wiedereinziehen von Pseudopodien. In Jodpräparaten glaubte ich auch die ursprüngliche Geissel noch unterscheiden zu können.

Die Pseudopodien scheinen auch bei einem eventuellen, erneuten Fang von Schwärmern betheiligt zu sein, der auf allen oben wiedergegebenen Stufen sich abspielen kann; denn häufig begnügt sich der Flagellat nicht mit zwei Schwärmern, sondern nimmt 3, 4, 5 oder gar noch mehr derselben auf, und zwar sofort nach dem Vertilgen des zweiten oder später, ganz wie ihm seine Beute in den Weg läuft. Je mehr schwärmende Algenzellen vorhanden, um so leichter kommen natürlich auch Anhäufungen zum Vorschein.

Fixirt man die fraglichen Organismen z. B. mit vom Rath's Pikrin-Osmium-Platinchlorid-Essigsäure und färbt mit Haemalaun, so geben die Flagellaten vor der Mahlzeit das in Fig. 5 gezeichnete Bild; man sieht nur einen relativ grossen Kern, umgeben von hellem Plasma. Fig. 6 und 7 repräsentiren Individuen, die sich mit der Aufnahme eines Schwärmers begnügen mussten, Fig. 8 ein solches nach Aufnahme zweier Schwärmer. Die Kerne der Algen sind von denen des Flagellaten deutlich unterscheidbar, man kann auch leicht verfolgen, wie die ersteren bei verschiedenen Exemplaren verschieden färbbar sind; sie lösen sich offenbar auf, wohl meistens unter blasiger Aufschwellung. Anfangs sind noch, darauf mag hingewiesen sein, sowohl am lebenden als auch am fixirten Material die Umrisse der Algenschwärmer im Plasma des Wirthes deutlich sichtbar, später schwinden sie, wenn die Auflösung vorschreitet.

II.

Der soeben beschriebene Organismus ist nun keineswegs der einzige, der Algenschwärmer verzehrt. Ich nenne weiter den in Fig. 29—41 Taf. VII skizzirten. Bringt man Deckgläser auf Culturen zum Schwimmen, so sammeln sich auf diesen nicht bloss reichlich Ectocarpusschwärmer an, sondern zwischen denselben finden sich (häufig ungemein reichlich) Gebilde, welche wieder Berthold's Zygoten ausserordentlich ähnlich sehen (Fig. 29). Scharfe, wenn auch sehr feine Conturen in diesen Körperchen lassen aber meistens sofort zwei Ectocarpusschwärmer, umgeben von einem Protisten, erkennen und die Färbung bestätigt das, indem sie drei Kerne nachweist (Fig. 37 und 38). Die continuirliche Beobachtung zeigt dann auch hier das Verschwinden der Schwärmergrenzen und weiterhin die Auflösung der Chromatophoren, die hier noch lange als braune Körnchen und Klumpen sichtbar bleiben. Auch die Kerne werden allmählich kleiner und schwinden. Es ist ein Leichtes, den Kern des Parasiten, der völlig abgerundet und mit einem centralen „Nucleolus" versehen ist, jedesmal von den Kernen der aufgenommenen Schwärmer zu unterscheiden. Wie im erstbesprochenen Fall, werden auch hier häufig die Algenzellen in Mehrzahl verspeist, so dass der „Fresser" das vielfache seiner ursprünglichen Grösse annimmt (Fig. 41). Es kann nicht Wunder nehmen, dass neben solchen Individuen andere sich mit einem Schwärmer begnügen müssen (Fig. 33 und 39) und dass gelegentlich in Mischculturen Schwärmer verschiedener Species den Protisten zur Beute fallen. Fig. 31 stammt aus einer Cultur, in welcher sich mehrere Braunalgen neben einander befanden.

Das Verschlingen des ersten Schwärmers durch den Parasiten habe ich in diesem Fall nicht verfolgen können, weiss also auch nicht anzugeben, wie das fragliche Lebewesen ohne aufgenommene Nahrung aussieht. Die Fig. 34 und 35 stellen die Form dar, nachdem die grösste Menge der Nahrung verdaut war. Man sieht, dass Pseudopodien gebildet werden; aber das dürfte zur genaueren Kenntsniss kaum genügen.

Während der Verdauung liegt der Organismus annähernd ruhig, doch kommen schwache amoeboide Bewegungen vor und mehrfach wurden auch Theilungen (Durchschnürungen) wahrgenommen. Dabei wird der Nahrungsinhalt auf beide Hälften gleichmässig vertheilt. Kerntheilungen fand ich in fixirtem Material nicht, wohl aber in grossen Exemplaren zwei Kerne, welche ich ihrem Aussehen nach dem „Fresser" zuschreiben musste. Solche Individuen ständen dann vor der Theilung.

III.

Weniger in den Culturen als vielmehr nachher im fixirten Material beobachtete ich eine dritte Protistenform mit Algenschwärmern. Dieselbe ist in Fig. 52 bis 65 wiedergegeben. Eine continuirliche Beobachtung war nach Lage der Dinge ausgeschlossen, und Reinculturen des fraglichen Organismus waren auch nicht zu erhalten. So war ich auf Vergleichung und Combination angewiesen — ich glaube indes in derselben nicht fehl gegangen zu sein.

Zuerst fielen mir Bilder auf wie Fig. 55 und 56. Ich glaubte anfänglich, eine regelrechte Copulation vor mir zu haben, allein die Auffindung eines schwer sichtbaren dritten Kernes überzeugte mich bald, dass auch hier ein schwärmerfressender Organismus vorliegt. Der Protistenkern ist sehr klein und liegt meistens, wie die Fig. 55 und 56 angeben, zwischen den beiden Schwärmern. Doch kommen auch andere Stellungen vor, und dann war der Nachweis noch schwieriger. Die Fig. 52, 53, 54 finden nach dem früher von anderen Formen Berichteten von selber ihre Erklärung: es ist nur ein Schwärmer von dem Protisten aufgenommen.

Fig. 56 zeigt dann, dass die ursprünglich nackte Masse sich mit einer Membran umgibt und das erhöht natürlich noch die Aehnlichkeit mit einer Zygote. Im weiteren Verlauf der Entwickelung schwindet die Abgrenzung der Schwärmer gegen das Plasma des anderen Organismus, die Chromatophoren und dieAlgenkerne rücken etwas gegen die Mitte (Fig. 57), die Umrisse der ersteren werden etwas undeutlicher und es sieht aus, als ob sie mit einander verschmelzen wollten; späterhin sieht man nur noch (Fig. 58—68) unregelmässige Ballen, welche die Reste der Chromatophoren darzustellen scheinen. Die Kerne der Schwärmer schwellen blasig auf (Fig. 58—59) und sind später nicht mehr sichtbar (Fig. 60—61), sie gehen sicher zu Grunde. Der Kern der Protisten wächst etwas heran, um sich dann succesive zu theilen (Fig. 62, 63) und schliesslich eine Art Sporangium mit vielen kleinen Schwärmern zu bilden, die später ausschlüpfen (Fig. 64 und 65). Körper wie der in Fig. 65 gezeichnete können sogar Fortsätze treiben und so keimenden Sporen sehr ähnlich werden. Ich möchte bemerken, dass bezüglich der Zugehörigkeit der Fig. 63—65 zu den übrigen nicht volle Sicherheit herrscht, doch halte ich die Sache für hochwahrscheinlich.

IV.

Die in den Fig. 42—47 wiedergegebene Art kam nicht sehr häufig und reichlich zur Beobachtung. Fig. 42 und 43 sind nach lebendem

Material, Fig. 44—47 nach gefärbten Präparaten gezeichnet, es bedarf kaum weiterer Erklärung. Da die vorliegende Form meistens nur einen Schwärmer aufnimmt und zwar an einer ganz bestimmten Körperstelle, so kann das kaum eine Täuschung bei lebenden Objecten veranlassen, wohl aber können in gefärbten Präparaten die zwei Kerne Unheil stiften, um so mehr, da auch in diesem Fall während der Verdauung Ruhe eintritt (Fig. 47).

V.

Erscheinungen und Vorkommnisse wie die eben geschilderten sind nun nicht bloss bei den Ectocarpeen zu beobachten, sondern auch bei anderen Algen. Für Bryopsis konnte ich die normale Copulation der grossen und kleinen Schwärmer nachweisen — darüber soll an anderer Stelle berichtet werden —, aber auch die Bethätigung von Flagellaten wurde bei dieser Gelegenheit wahrgenommen. Die Beobachtung der Copulation erfolgte in relativ grossen Feuchtkammern, in welchen ein männliches und ein weibliches Pflänzchen von Bryopsis Platz gefunden hatten. Frisch aus der See in die Kammern übertragene Pflänzchen gaben grösstentheils normale Erscheinungen; waren dagegen die verwendeten Bryopsis vorher auch nur wenige Tage in grösseren Glasgefässen cultivirt, in denen sie bekanntlich ganz gut fortkommen, so setzte in den Feuchtkammern vielfach eine Scheincopulation ein. Man findet reichlich farblose Flagellaten, eine Form mit einer, etwas seltener eine andere Form mit zwei Cilien (Fig. 66 und 67). Der Parasit verwickelt sich mit den Cilien des Schwärmers von Bryopsis, man sieht eine sehr lebhafte Bewegung beider, ähnlich wie bei einer echten Copulation, und wie bei dieser ist kaum etwas anderes am lebenden Object sichtbar, als die bewegliche grüne Zelle mit einer farblosen oder schwach gefärbten, die ihr an irgend einer Stelle anhaftet. Jodfixirungen geben dann die in Fig. 68, 69, 70 reproducirten Bilder, die den Zusammenhang erkennen lassen. Man sieht häufig, dass die Bryopsisschwärmer sich abrunden und dann von den Flagellaten „umflossen" werden. Besonders eigenartig sind Bilder wie Fig. 70, in welchen wohl zwei Cilien dem Bryopsisschwärmer zukommen, die eine, derbere, dem Flagellaten angehört. In diesen Fällen ist der Nachweis einer Scheincopulation noch leicht, die Unterscheidung kann aber schwieriger werden, wenn ein Flagellat erst einen kleinen männlichen Schwärmer aufnimmt und dann später einen weiblichen überfällt. Das geht so weit, dass man in manchen Fällen zweifelhaft bleibt, ob man es mit einer echten oder mit einer Schein-

copulation zu thun habe. Es können auch hier mehrere weibliche Schwärmer aufgenommen werden.

Wenn nun der Schwärmer ganz von dem Flagellaten umgeben ist, wird (von diesem?) eine Membran ausgeschieden und das Ganze stellt einen kugeligen oder eiförmigen Körper dar (Fig. 71), in welchem der oder die Chlorophyllkörper der Bryopsis besonders deutlich mit dem Pyrenoid in die Augen springen. Scharf tritt auch der rothe Augenpunkt hervor. Der Körper vergrössert sich oft nicht unerheblich und dazu bildet sich eine grosse Vacuole (Fig. 71—73). Nach einigen Tagen tritt meist eine Häutung ein, der Inhalt schlüpft aus und umgibt sich mit einer neuen Membran.

Ich habe diese Objecte drei Wochen lang in der Feuchtkammer beobachtet, ich constatirte eine langsame Vergrösserung, Abrundung etc., aber die Chlorophyllplatten blieben glänzend grün und mit den Pyrenoiden auffallend frisch, nur vereinzelte schienen schliesslich in Auflösung begriffen zu sein. Der rothe Augenfleck scheint ganz langsam zu zerfallen. Die Beobachtung musste dann abgebrochen werden. Ich bemerke noch, dass in manchen Culturen kaum eine Schwärmerspore von den fraglichen Organismen verschont blieb.

Beobachtungen an fixirtem und gefärbtem Material ergeben die in Fig. 74—80 gezeichneten Bilder. Auch in denjenigen Zellen, welche nur einen Chloroplasten enthalten (Fig. 74—76), sieht man zwei Kerne, die nach dem vorstehend Geschilderten unschwer als Flagellaten- und als Algenkern zu deuten sind. Körper mit zwei Chlorophyllplatten enthalten drei Kerne. Die Fig. 74—76 beziehen sich auf etwa acht Tage alte Zellen dieser Art; in älteren Gebilden findet man (nach ca. drei Wochen) häufig nur einen Kern, bisweilen 2—3, aber dann ist immer nur einer mit Deutlichkeit sichtbar, die anderen erscheinen schwächer gefärbt (Fig. 77—80). Die Chlorophyllkörper sind in Ein- oder Mehrzahl noch intact.

Bisweilen glaubte ich Vergrösserungen und Theilungen der Chloroplasten wahrzunehmen, indes konnte ich Bestimmtes nicht ermitteln.

Während in den bei Ectocarpusculturen beobachteten Fällen die Auflösung und Zersetzung der aufgenommenen Schwärmer relativ rasch vor sich geht, fällt hier der ungemein langsame Verlauf der ganzen Erscheinungen sofort auf und man möchte sich die Frage vorlegen, ob etwa hier eine Symbiose oder ein Parasitismus vorliege. Nicht undenkbar wäre, dass der Parasit die Algenzelle — wenn auch nur eine Zeit lang — für sich assimiliren lässt; indes kann eine Erörterung darüber kaum etwas helfen, so lange man die Thatsachen

nicht besser kennt, deren weitere Untersuchung in Angriff genommen ist.

Aehnliche Erscheinungen an Algen dürften übrigens schon mehrfach beobachtet sein, z. B. erwähnt Janczewski[1]), dass die unbefruchteten Eier der Cutleria zum Theil sofort zu Grunde gehen, zum Theil sich aber mit Membran umgeben, aus welcher sie mit Hilfe von Fortsätzen, Tuben etc. ausschlüpfen. Aber eine Keimung findet nicht statt. Mein Verdacht, dass es sich auch hierbei um parasitirende Protisten handle, wird bestärkt durch Beobachtungen, welche ich an Dasycladus im October d. J. in Neapel machte. Ich fand die normale Copulation, wie sie Berthold[2]) berichtet hat. Daneben aber entstanden Körper, die den von Janczewski bei Cutleria beschriebenen ausserordentlich ähnlich sind und welche Derbès und Solier als Keimlinge abbilden.[3]) Konnte ich auch vorläufig nicht Schritt für Schritt die Processe verfolgen, so geht doch z. B. aus dem Vorhandensein mehrerer offenbar ungleichwerthiger Kerne in diesen Körperchen unzweideutig hervor, dass hier wiederum nicht normale Produkte des Dasycladus vorliegen.

Die vorstehenden Angaben sind in hohem Maasse lückenhaft, hoffentlich aber in nicht allzu ferner Zeit meinerseits zu ergänzen, soweit es die Natur der Flagellaten betrifft. Ich habe mich an ganz allgemeine Namen gehalten, weil ich über die Zugehörigkeit der fraglichen Formen zu bestimmten Gattungen und Arten keine Auskunft zu geben vermag, und vielleicht an den fraglichen Organismen Manches nicht gesehen, was ein gründlicherer Kenner beobachtet haben würde. Möglich, dass die Monaden und die Dimorpha Klebs in Frage kommen.

Ferner kann ich nicht sagen, wie weit die behandelten Flagellaten für Aufnahme bestimmter Algenschwärmer specialisirt sind. Diejenigen Formen, welche die Ectocarpusschwärmer verzehren, dürften auch beliebige andere Algenzellen aufnehmen; ich sah wenigstens ganz ähnliche Organismen im Herbst mit Dasycladusschwärmern, ohne freilich die Formalitäten der Aufnahme zu beobachten. Begründeter dürfte die gestellte Frage für diejenigen Organismen sein, die sich in den Bryopsis- und Dasyclatusculturen bemerkbar machten, um so mehr, als ich bei

1) Ed. de Janczewski, Note sur la fécondation du Cutleria adspersa etc. Ann. sc. nat. 6 série T. 16.

2) Göttinger Nachrichten 1880.

3) Derbès et Solier, Memoire sur quelques points de la physiologie des Algues, Taf. XIII, Fig. 12.

Codium Analoges nicht wahrnahm. Aber eine irgendwie bestimmte Antwort kann ich auch hier nicht geben.

Auf solche Fragen kommt es mir hier vorläufig auch nicht an, sondern die Hauptsache ist mir, einmal zu zeigen, dass bei allen Beobachtungen der Algencopulationen grosse Vorsicht geboten ist. Klebs hat mit Recht betont[1], dass die Reincultur auch bei Algen unerlässlich ist. Er spricht naturgemäss zunächst von Culturen, die eine Alge — event. neben geringen Bacterien- etc.-Mengen — enthält. Ich möchte für gewisse Fälle auf Grund meiner Erfahrungen weiter gehen und auch die Entfernung jeglichen Bacterien- und Flagellaten-Gesindels aus den Culturen fordern. Zwar weiss ich, dass das eminent schwierig ist und weiss nicht eine Methode dafür anzugeben, weil den ausgesäten Algenkeimen solche Mikroorganismen anhaften dürften. Aber es mag doch darauf hingewiesen sein, dass frisches Material, direct der See entnommen, meistens nur wenige Flagellaten enthält, dass diese erst auftauchen, wenn man die Algen ohne constanten Wasserzufluss in kleinen Gefässen hält. An frischem Material wird man, bei genügender Aufmerksamkeit, wohl vor gröberen Irrthümern bewahrt bleiben, wenn nicht ganz ungünstige Verhältnisse obwalten.

Man wird natürlich nicht nöthig haben, auf Grund der vorliegenden Daten nun jegliche Copulation von Algenschwärmern stürmisch zu negiren oder mit parasitirenden Mikroben in Zusammenhang zu bringen; aber man wird die Frage aufwerfen dürfen, ob nicht die mancherlei abnormen Erscheinungen, welche gelegentlich wahrgenommen wurden, auf diesem Wege eine einfache Erklärung finden möchten. Dahin gehört event. die Angabe, dass häufig mehr als 2, 3 ja 4 und mehr Gameten copuliren, wie das z. B. Strasburger[2]) für Acetabularia angibt. Nach eigenen Beobachtungen an Dasycladus handelt es sich in manchen Fällen um Missgeburten. Bei mangelhafter Entwickelung, bei vorzeitiger Entleerung etc. der Sporangien kommen Klumpen zu Stande mit mehreren Zellkernen und der doppelten Zahl von Geisseln; das sind Produkte mangelhafter Theilung und als solche leicht diagnosticirbar. Vielleicht setzt auch gelegentlich Flagellatenarbeit ein. Indes habe ich bei Dasycladus auch andere Fälle gesehen, in welchen sich drei Gameten vereinigt hatten, und Klebs[3]) hebt für Protosiphon hervor, dass unter gewissen Umständen die Vereinigung von drei

---

1) G. Klebs, Fortpflanzung bei Algen und Pilzen, pag. 177. Jena 1896.

2) Botan. Zeitg. 1877.

3) Klebs, Fortpflanzung bei einigen Algen und Pilzen. pag. 209. Jena 1896.

Schwärmern nicht selten ist. Hier dürften fremde Organismen unbetheiligt sein. Um so mehr aber bleibt zu untersuchen, was es mit dieser doppelten Copulation auf sich habe, die sich doch nur sehr gezwungen in das einreiht, was wir von der Sexualität der Organismen heute wissen.

Worauf es für mich in diesem Falle besonders ankommt, ist die Frage, ab Berthold's Angaben über Ectocarpus richtig seien. So lange ich nur meine wenigen Rostocker Beobachtungeu zur Verfügung hatte, war ich im Zweifel, ob nicht durch irgend einen niederen Organismus Erscheinungen hervorgerufen werden könnten, die einer normalen Copulation völlig gleichen. Nachdem ich aber in Neapel die verschiedenen oben beschriebenen Formen näher studirte, glaube ich bestimmt, dass auch Berthold dies vor sich hatte. Unsere beiderseitigen Bilder stimmen auf ein Haar überein. Man vergleiche nur Berthold's Fig. 3 und 4 auf pag. 400 dieser Abhandlung mit meinen Fig. 14—17 oder auch 29—32. Es ist alles dasselbe, die Lage der Chromatophoren, die kleinen und grossen Körnchen, die Geissel und der helle, mehr oder weniger central gelegene Körper mit hellem Hof, der unzweifelhaft den Zellkern darstellt. Wie diese Bilder zu stande kommen, ist oben hervorgehoben, und leicht begreiflich ist nun auch, wie auf diesem Wege zwei Kerne oder mehr in die Körper hineinkommen, die Berthold für Zygoten hielt. Uebrigens gibt der genannte Autor[1]) nur an, dass er anfänglich zwei, später einen Kern in den Zygoten fand. Direct beobachtet dürfe er demnach keinerlei Vermelzung der Kerne haben.

Berthold gibt ferner an, dass er einige Male bei Scytosiphon Copulationsprodukte mit drei Chromatophoren gefunden habe und dass er einmal die Verschmelzung zweier Spermatozoiden mit dem Ei direct verfolgte. Diese Angaben, verbunden mit der ganzen Beschreibung, die auf die von mir beobachteten Processe fast wörtlich passt, bestärken mich wesentlich in der Auffassung, dass wir beide Gleiches vor uns hatten.

Wenn Berthold die Scheincopulation z. B. bei Scytosiphon unter Verwendung frischen Materials nicht immer fand, sondern nur bei einigen Exemplaren, so ist das leicht erklärt aus dem Fehlen der Parasiten im einen, aus deren Vorhandensein im anderen Falle. Zudem wäre es immerhin auffallend, wenn so viele weibliche und ausserordentlich wenige männliche Exemplare vorkämen, was doch wohl nach Berthold's Angaben der Fall sein müsste.

1) l. c. pag. 406.

Ich halte jetzt alle die Fälle für verdächtig, in welchen nur einzelne Exemplare unter vielen die Copulation geben, wenn man nicht nach Klebs'schem Muster die Bedingungen aufzeigen kann, unter welchen die einzelnen Exemplare grosse Neigung zur sexuellen Fortpflanzung erlangt haben.

Man möchte einwenden, dass Berthold die Keimung seiner Zygoten gesehen habe. Indes ist hier in seinen Angaben und Zeichnungen unverkennbar eine Lücke. Man liest nirgends, dass die Entwickelung direct unter dem Mikroskop verfolgt sei, und wenn Berthold angibt, dass die Zygoten rascher keimen als die nicht copulirt habenden Schwärmer, so kann das sehr wohl davon herrühren, dass er verschieden grosse Schwärmer vor sich hatte. In einigen Culturen kamen auch mir dieselben vor, sie fallen besonders auf, wenn sie sich festgesetzt und abgerundet haben. Naturgemäss sprach ich diese zunächst als Zygoten an, aber eine genauere Untersuchung zeigte, dass sie immer nur ein Chromatophor und (soweit derselbe überhaupt noch sichtbar war) nur einen Augenfleck besassen. Ob diese etwas grösseren Schwärmer aus uniloculären Sporangien stammten oder ebenfalls aus pluriloculären, ist mir nicht ganz klar geworden. Es scheint die Grösse der „Sporenmutterzellen“ und demnach die Grösse der Schwärmer aus pluriloculären Sporangien nicht immer genau gleich zu sein.

Nachdem ich die vorstehenden Zeilen bereits niedergeschrieben hatte, bat ich Herrn Prof. Berthold um einige von seinen Präparaten, welche sich auf die früheren Beobachtungen bezogen. Ich erhielt nicht bloss diese bereitwilligst, sondern auch die Notizen, welche Berthold s. Z. gemacht hat und danke dem Herrn Collegen auch an dieser Stelle für die Zusendung. Die genaue Durchsicht der Präparate hat mich aber überzeugt, dass ich thatsächlich mit meiner Auffassung im Recht bin. In einem nicht gefärbten Präparat sehe ich neben den Ectocarpusschwärmern reichlich kleine Flagellaten, welche zum Theil den Schwärmern aufsitzen (Fig. 48 und 49, nach B.'s Präparat gezeichnet); in den gefärbten sehe ich sehr reichlich Berthold's Zygoten, aber ich finde auch, dass die Bilder zum grossen Theil meinen Fig. 52—56 sehr ähnlich sind. Die Präparate sind sehr gut fixirt und gefärbt und so lässt sich vielfach sehen (Fig. 49a), dass zwar zwei Kerne, aber nur ein Chromatophor vorhanden ist, wie in meinen Fig. 52 und 53, in anderen Fällen dagegen

sehe ich zwei Chromatophoren und zwei Kerne, daneben häufig einen dritten (Fig. 50 und 51), der aber nicht immer nachweisbar ist — dafür dürfte die angewandte Carminfärbung nicht ganz ausgereicht haben. Da ich auch in Berthold's Präparaten nirgends etwas von Verschmelzungen der Kerne gesehen habe, scheint mir erwiesen, dass Berthold irregeleitet ist oder mindestens neben normaler Copulation Fremdes vor sich hatte. Freilich muss ich hervorheben, dass jeder Andere die Sache auch so aufgefasst haben würde, da die Aehnlichkeit mit Zygoten eine ganz frappirende ist und ein Eingreifen von Protisten nicht ohne Weiteres vermuthet werden konnte.

Die Angaben Berthold's sind kürzlich von Sauvageau[1]) bestätigt worden. Indes fand dieser Beobachter die Copulation nur selten und beobachtete sie direct nur zwei Mal an Schwärmern, welche zwischen 4 und 5 Uhr Morgens ausgetreten waren. Viel mehr ist aus der kurzen Mittheilung nicht zu ersehen; zunächst halte ich auch in diesem Fall die Mitwirkung von Flagellaten für wahrscheinlich. Wenn nur wenige von solchen Organismen zugegen waren, musste natürlich die Scheincopulation auf die zuerst ausgetretenen Schwärmer beschränkt bleiben. — Interessant ist, dass Sauvageau bei Litosiphon Laminariae Schwärmer mit zwei rothen Punkten nicht selten fand. Er hält sie für Missbildungen. Liegt vielleicht auch hier Flagellatenarbeit vor?

Nun sind bekanntlich in der Litteratur ausser den Angaben von Berthold noch andere vorhanden, welche die Copulation der Ectocarpusschwärmer nach einem anderen als dem von Berthold angegebenen Modus darthun.

Goebel[2]) hat zunächst für Ectocarpus globifer Kütz.[3]) und Giraudia sphacelarioides einen Copulationsmodus angegeben und dieser ist für Ectocarpus siliculosus von Reinhardt[4]), für Myriotrichia clavaeformis und M. filiformis von Karsakoff[5]) im Wesentlichen be-

1) Sauvageau, Conjugaison des zoospores de l'Ectocarpus siliculosus. Comptes rendus T. 123, pag. 436. — Id. Sur la sexualité des Phéosporées. Journal d. botanique 1896, pag. 364.

2) Zur Kenntniss einiger Meeresalgen. Bot. Zeitg. 1878.

3) Vergl. Ed. Bornet, Note sur quelques Ectocarpus. S.-A. aus Bull. d. la soc. bot. de France.

4) L. Reinhardt, Ueber die Phaeosporen der Sewastopol'schen Bucht. Sitzungsber. d. bot. Sect. d. 7. Vers. russ. Naturf. u. Aerzte zu Odessa. Botan. Centralblatt XVIII. Bd. pag. 126.

5) N. Karsakoff, Quelques remarques sur le genre Myriotrichia. Journal de botanique, Vol. VI, pag. 433 (1892).

stätigt worden; während Berthold (l. c.) Goebel's Angaben bemängelt hatte. Ich kann nicht leugnen, dass einzelne der Goebel'schen Bilder möglicherweise pathologische Produkte darstellen, wie sie leicht einmal in Culturen vorkommen; auch glaube ich, dass in Goebel's Culturen ebenso wie in denjenigen aller anderen Beobachter Flagellaten zugegen waren — er spricht von stark lichtbrechenden Plasmakügelchen. Das genügt aber nicht, um seine Angabe zu bestreiten; erneute Untersuchungen müssen hier Klarheit schaffen. Vielleicht ist es aber nicht ganz überflüssig, darauf hinzuweisen, dass Goebel den Weg eingeschlagen hat, der auch nach meinen Erfahrungen, z. B. an Bryopsis, am leichtesten zum Ziel führen dürfte: die Cultur einiger Aeste in der feuchten Kammer. Neben vielen anderen hat dies Verfahren den Vortheil, dass die Schwärmer nach dem Austritt aus den Sporangien keinerlei Störung erfahren.

Ueber Reinhardt's Angaben lässt sich kaum ein Urtheil gewinnen, da sie mir nur in einem kurzen Bericht aus dem botan. Centralblatt ohne Abbildungen vorliegen.

Karsakoff berichtet von der Copulation zweier Schwärmer, die etwas verschiedene Grösse haben. Die Vereinigung erfolgt bisweilen in der Bewegung — der grössere Schwärmer scheint den kleineren zu absorbiren —, meistens aber, nachdem die Bewegung fast sistirt ist und die Schwärmer sich abgerundet haben. Die Figuren, welche dazu gegeben werden, haben in ihren Umrissen eine nicht unbedenkliche Aehnlichkeit z. B. mit meiner Fig. 40 und mit den Vorgängen, welche sich bei Bildung der in Fig. 29—39 gezeichneten Körper abspielen. Leider sind ausser den Umrissen nur die rothen Augenflecke angedeutet, von Protoplasma und den Chromatophoren ist nichts sichtbar. Auch die anderen Figuren, welche die Copulation während der Bewegung darthun sollen, entbehren der Details, zudem erinnern sie ebenfalls in mancher Beziehung an die oben beschriebenen Scheincopulationen. Nach allem muss ich diese Angaben für verdächtig halten. Sie sind keine ausreichende Bestätigung der Goebel'schen Berichte.

Natürlich habe ich meinerseits nicht unterlassen, nach einer Copulation der Schwärmer von Ectocarpus zu suchen. Zunächst wurde in allbekannter Weise mit Hilfe einer Pipette ein Tropfen mit Schwärmern in die feuchte Kammer gebracht. Darin fand ich nichts, was auf Copulation hindeutete, die Schwärmer kamen mehr oder weniger rasch isolirt zur Ruhe, nur Scheincopulationen wurden wahrgenommen.

Derartige Versuche sind aber auch kaum einwandfrei; es ist gar nicht zu übersehen, ob die Schwärmer nicht alterirt werden. Solche Zweifel erstrecken sich nicht bloss auf die Ectocarpus-Schwärmer, sondern auch auf diejenigen anderer Algen. Z. B. hatte ich oft sehr reichlich Bryopsis-Schwärmer zur Verfügung, die sämmtlich in den grösseren Culturgefässen positiv photaktisch ragirten; wurden sie mit einer Pipette in hohl geschliffene Deckgläser u. dergl. übertragen, so reagirten einige positiv, andere negativ, wieder andere waren indifferent. Ich habe auch auf diesem Wege niemals eine Copulation bei Bryopsis gesehen, obwohl ich sie auf anderem Wege fand.

Demnach sah ich von einer solchen Versuchsanstellung ganz ab und begnügte mich damit, einfach Objectträger an der Fensterseite der gläsernen Culturgefässe aufzustellen und zwar so, dass ein Theil derselben über die Wasserfläche herausragte. Auf diese Weise sammeln sich bekanntlich ungezählte Schaaren von Schwärmern auf den Objectträgern an; oder ich brachte Deckgläser auf den Culturen zum Schwimmen. Bei Beleuchtung von oben erhält man auch hier reichliche Ansammlungen. Im Laufe des Vormittags wurden dann die Gläser in kurzen Zwischenräumen, von 8 Uhr Morgens beginnend, herausgenommen und theils lebend, theils nach dem Fixiren und Färben untersucht.

Ich habe trotz der Durchsuchung eines recht grossen Materials keine Anzeichen der Copulation gefunden. An lebenden Objecten fand ich keine in Verschmelzung begriffenen Schwärmer und auch keine Zelle, die zwei Chromatophoren mit zwei Augenpunkten besessen hätte — natürlich abgesehen von den oben beschriebenen Scheinzygoten. Diese fehlen aber auch fast völlig, wenn man frisches Material sofort am nächsten Morgen nach dem Fang untersucht. Man erhält dann völlig gleichmässiges Material, das auch im gefärbten Zustande nur die in Fig. 1—4 gezeichneten Bilder gibt, also immer nur einen Kern erkennen lässt. Solches keimt dann auch glatt, ohne dass wesentliche Unterschiede zu bemerken wären, und ich habe in kurzer Zeit gut wachsende, kräftige Pflänzchen aus den Schwärmern pluriloculärer Sporangien erhalten, die ich leider wegen meiner Abreise von Neapel nicht weiter cultiviren konnte. Schon früher hatte ich in Rostock in ähnlicher Weise kräftige Keimpflanzen erhalten, und die Angaben ähnlicher Art kehren seit Thuret in so vielen Arbeiten über die Ectocarpeen wieder, dass ich auf Citirung der Einzellitteratur bezüglich dieses Punktes wohl verzichten darf.

Aus allem scheint mir mit grosser Evidenz hervorzugehen, dass

die Schwärmer pluriloculärer Sporangien sich ohne jegliche Störung entwickeln, auch wenn sie nicht copulirt haben. Damit ist natürlich nicht gesagt, dass sie nicht unter gewissen Bedingungen sich als Gameten erweisen könnten. Diese Bedingungen aber kennen wir nicht und haben auch keinen unbestrittenen Nachweis, dass thatsächlich ein Sexualakt sich abspielt. Eventuell liegt ja hier ein Fall vor wie bei Draparnaldia[1]), wo die Mikrozoosporen bald copuliren, bald nicht und trotzdem sich weiter entwickeln. Das alles wäre noch zu untersuchen und wohl in erster Linie zu berücksichtigen, dass die Pflanzen in der Cultur unter ganz anderen Bedingungen leben, als an ihrem natürlichen Standort, wo ja vielleicht ein Sexualakt häufig oder regelmässig einsetzt, der bei empfindlichen Pflanzen durch Uebertragung in kleine Gefässe und alle damit verbundenen Veränderungen der Umgebung unmöglich gemacht wird.

Die Erörterung setzt voraus, dass die pluriloculären Sporangien copulationsfähige Schwärmer produciren, nicht die uniloculären. Den einzigen Anhaltspunkt für diese Voraussetzung bieten Goebel's Angaben und die Thatsache, dass bei den höheren Formen der Gruppe die Gameten pluriloculären Sporangien entstammen. Das letztere Argument hat um so mehr für sich, als Sauvageau neuerdings[2]) gezeigt hat, dass bei Ectocarpus secundus Kütz. kleinere und grössere Schwärmer aus pluriloculären Sporangien mit einander copuliren. Allein ich möchte doch darauf hinweisen, dass die Antheridien und die Oogonien der Fucaceen uniloculär sind, und wenn wir ausser den Ectocarpeen nur die Fucaceen kennten, würden wir vielleicht der Meinung sein, dass die uniloculären Sporangien den Ausgangspunkt für die Sexualorgane abgegeben hätten. Ich hebe das hervor, nicht weil ich glaubte, dass damit viel gewonnen sei, sondern um zu zeigen, dass unsere Kenntnisse über die niederen Phaeophyceen eigentlich nur aus Lücken bestehen.

Das Facit aus unseren Betrachtungen wäre also: Berthold's Angaben über die Copulation der Ectocarpus-Schwärmer beruhen auf einem Irrthum; auch die aus pluriloculären Sporangien entleerten keimen leicht und sicher in vielen Fällen ohne Copulation. Letztere setzt vielleicht in einzelnen Fällen ein, deren Bedingungen aber völlig unbekannt sind.

---

1) Klebs, l. c. pag. 420.

2) Sauvageau, Sur la fécondation heterogamique d'une algue phéosporée. Comptes rendus T. 123, 10. Aug. 1896. — Vergl. auch: Bornet, Notes sur quelques Ectocarpus. Bull. de la soc. bot. de France 1891.

An dieser Auffassung ändern auch die nachfolgenden Erörterungen Berthold's nichts. Alle Details zu discutieren führt zu nichts. Auch ich wünsche sehr eine erneute Untersuchung.

Figuren-Erklärung.

Die Figuren sind gezeichnet nach Zeiss' Apochrom. $\frac{2,00}{1,30}$ Ocul. 4 und grösstentheils mit Abbé's Zeichenapparat ohne Zeichenpult (Vergrösserung etwa 800) entworfen. Einzelne Figuren nach dem Leben wurden freihändig gezeichnet.

Fig. 1—4. Ectocarpus criniger Kuck. Schwärmersporen aus pluriloc. Sporangien, fixirt und gefärbt.
- Fig. 1. Im bewegl. Zustand.
- Fig. 2. Nach dem Festsetzen.
- Fig. 3. Mit Membran umgeben.
- Fig. 4. Keimend.

Fig. 5—28. Nr. I. — Fig. 5—8. Fixirt und gefärbt. Fig. 9–28. Lebend.
- Fig. 5. Flagellat allein.
- Fig. 6 und 7. Nach Aufnahme eines Ectocarpus-Schwärmers.
- Fig. 8. Nach Aufnahme zweier Schwärmer.
- Fig. 9. Flagellat nach Jodfixirung.
- Fig. 10. Lebend.
- Fig. 11. Jodfixirung.
- Fig. 12, 13. Succesive Stufen derselben Individuen.
- Fig. 14–23. Desgleichen.
  - Fig. 14—17. 31. März 1896, von 12 Uhr bis 12 Uhr 15 Min. Mittags.
  - Fig. 18. " $3^1/_2$ Uhr Nachm.
  - Fig. 19. " 4 Uhr Nachm.
  - Fig. 20. " 4 Uhr 45 Min. Nachm.
  - Fig. 21. " 5 Uhr Nachm.
  - Fig. 22. " 5 Uhr 30 Min. Nachm.
  - Fig. 23. 1. April 1896 9 Uhr Vormittags.
- Fig. 24—25. 31. März 1896.
- Fig. 26—28. 31. März, 11 Uhr Vorm. bis 6 Uhr Abends.

Fig. 29–41. Nr. II. Fig. 29–34. Nach dem Leben. Fig. 35—41. Fixirt und gefärbt.

Fig. 42—47. Nr. III. Fig. 42—43. Lebend. Fig. 44–47. Fixirt und gefärbt.

Fig. 48—51. Aus Berthold's Präparaten. Fig. 48—49. Ungefärbt. Fig. 49a—51. Gefärbt.

Fig. 52—65. Nr. IV. Alles fixirt und gefärbt.

Fig. 66—79. Schwärmer von Bryopsis, durch einen Protisten überfallen.
- Fig. 66—69. Jodfixirung.
- Fig. 70. 10. April 1896. } das gleiche Individuum.
- Fig. 71. 11. " " } das gleiche Individuum.
- Fig. 72. 12. " " } das gleiche Individuum.
- Fig. 73—75. 3 Tage alt. } Fixirt.
- Fig. 76—79. 3 Wochen alt. } Fixirt.

Bemerkungen zu der vorstehenden Abhandlung von Fr. Oltmanns „Ueber Scheincopulationen bei Ectocarpeen und anderen Algen".

Von G. Berthold.

Der Verfasser der vorstehenden Mittheilung hatte die Liebenswürdigkeit, mir sein druckfertiges Manuskript zuzustellen, um mir Gelegenheit zu geben, meine Bemerkungen dem sogleich anzufügen.

Ich kann nun, nach nochmaliger Durchsicht meiner Präparate und meiner Notizen aus den Jahren 1880 und 1881 [1]), dem Schlusssatz von Oltmanns meinerseits nur den Satz gegenüberstellen, dass von einer Umdeutung meiner früheren Resultate im Sinne von Oltmanns gar keine Rede sein kann.

Dass die Schwärmer aus pluriloculären Sporangien bei Ectocarpus und anderen Phaeosporeen leicht und sicher keimen, ist seit Thuret's Untersuchungen bekannt, auch von mir oft bestätigt und in meiner ersten Mittheilung hinlänglich betont worden. Die von mir gefundenen geschlechtlichen Schwärmer hat Oltmanns aber nicht unter Händen gehabt. Seine „Copulationsprodukte" sind ganz andere Dinge, als was ich gesehen. Eine gewisse Aehnlichkeit zwischen diesen beiden verschiedenen Bildungen kann aber nach Lage der Sache gar nicht sehr überraschen, im Uebrigen sind aber im Einzelnen Unterschiede genug vorhanden, wie sich zeigen wird.

Da O. in meinen eigenen Präparaten die Bestätigung für seine Auffassung zu finden glaubt, so wird es nöthig sein, zunächst auf diese seine Befunde einzugehen. O. sagt (S. 368): In einem nicht gefärbten Präparat sehe ich neben Ectocarpusschwärmern reichlich kleine Flagellaten, welche z. Th. den Schwärmern aufsitzen (Fig. 48 und 49). Als er mir im Laufe des Januar diese nach meinen Präparaten gezeichneten Figuren zur Ansicht übersandte, war es mir nicht möglich, den richtigen Sachverhalt zu erkennen, da mir meine Präparate nicht vorlagen, jetzt, da ich dieselben wieder in Händen habe, kann ich sagen, dass O. mir wohlbekannte und in meiner ersten Mittheilung eingehend beschriebene Bildungen für Chytridien gehalten

1) Meine Notiz in den Mittheilungen der Zool. Station zu Neapel II pag. 401 ff. fusste auf Untersuchungen, die im März und April des Jahres 1880 ausgeführt waren. Ich nahm im März 1881 Veranlassung, Ectocarpus noch einmal zu controliren, fand aber bisher keine Gelegenheit, darüber weitere Mittheilungen zu machen, abgesehen von einer kurzen Notiz im Biolog. Centralblatt, Jahrgang 1881.

hat. Mit solchen haben sie aber gar nichts zu thun, es sind vielmehr die normalen Desorganisationserscheinungen der zur Ruhe gekommenen männlichen Schwärmer. Ich habe diese auf Seite 407 meiner Mittheilung folgendermaassen beschrieben: „. . . ein anderer Theil sank, nachdem die Energie der Bewegung mehr und mehr abgenommen hatte, zu Boden, ohne die Cilien zu verlieren, welche noch lange Zeit krampfhaft zuckten. Der abgerundete Körper des Schwärmers zeigte in vielen Fällen nach 24 Stunden noch keine Veränderung, in anderen begann er sogleich in der Mitte sich einzuschnüren, oder es traten an mehreren Stellen helle Plasmamassen von verschiedener Grösse aus, welche sich allmählich abtrennten. Die so entstandenen zwei oder mehreren Theilstücke erhielten sich meist über 24 Stunden unverändert, schliesslich gingen sie jedoch zu Grunde.“

Ich füge jetzt noch ausdrücklich hinzu, dass diese Angaben über das Austreten und die Abtrennung von Plasmamassen das Ergebniss continuirlicher, oft wiederholter Beobachtung sind.

In meinen Präparaten finde ich nun genau dasselbe: Dem Körper zahlreicher Schwärmer sitzen 1—3 Ausstülpungen auf, neben einander oder an verschiedenen Stellen der Oberfläche, oft ist auch der Schwärmerkörper durch eine Einschnürung halbirt, so dass der Chromatophor auf beide Hälften vertheilt ist. Einige von mir seiner Zeit nach dem Leben entworfene, aber nicht publicirte Handzeichnungen stimmen ebenfalls genau mit den Befunden in meinen Präparaten überein.

Die Cilien finde ich meist nicht mehr, an anderen sind sie noch mehr oder weniger gut erhalten. Die Fig. 48 von O. entspricht einem solchen Stadium, in dem entweder nur noch ein Rest einer Cilie vorhanden ist, oder, was mir wahrscheinlicher ist, die andere Cilie war zufällig nicht zu sehen, vielleicht, weil nach unten gerichtet. Fig. 49 und vermuthlich auch 49a sind, wie ich glaube, zur Ruhe gekommene männliche Schwärmer, deren farbloses, körniges Vorderende schräg nach unten gerichtet und so nur theilweise sichtbar ist. Bildungen, genau so wie O. sie zeichnet, finde ich nicht in dem Präparat, aus dem er sie entnommen hat, aber sehr viele ähnliche, die ihnen bei missverständlicher Auffassung zur Grundlage haben dienen können.

Selbstverständlich will ich nicht behaupten, dass kleine Chytridien in meinen Präparaten ganz gefehlt hätten, obwohl ich jetzt keine finde. Da O. aber von reichlichem Vorkommen von Chytridien in meinen Präparaten spricht, so kann er nur die oben behandelten Bil-

dungen mit solchen verwechselt haben, jeder Zweifel daran ist ausgeschlossen.

Allerdings hätten in meinen Präparaten Chytridien in sehr grossen Massen vorhanden sein müssen, wenn meine Zygoten das wären, wofür O. sie erklärt. Denn in meinen Präparaten finden sich in jedem Hängetropfen nicht bloss Hunderte von Zygoten, wie ich seiner Zeit schrieb, sondern Tausende, wie ich jetzt auf Grund von Zählungen in einigen Gesichtsfeldern aussprechen kann. In einigen Präparaten besteht in jedem Gesichtsfeld meist die Hälfte, zuweilen $^2/_3$ aller Objecte aus Zygoten.

Solche Chytridien-Massen und die Producte ihrer Thätigkeit hätten auch dem harmlosesten Beobachter wohl kaum entgehen können, wenn sie vorhanden gewesen wären. Das war aber in meinen Präparaten nicht der Fall, konnte auch kaum der Fall sein, nach den vorstehenden Angaben von O. selber. An mehreren Stellen sagt er, dass die Chytridien sich fast ausschliesslich in Culturen fanden, die mehrere Tage alt waren, kaum jemals in ganz frischem Material (S. 357); dass frisches Material, direct der See entnommen, meist nur wenige Flagellaten enthält, dass diese erst auftreten, wenn man die Algen ohne constanten Wasserzufluss in kleinen Gefässen hält (S. 365) u. s. w.

Mein Ectocarpus-Material wurde vom Fischer der Station Nachmittags an der Mergellina gesammelt, wo die Alge in grossen Massen, den Thallomen von Scytosiphon aufgewachsen, am Niveau flottirte. Die Exemplare wurden von mir einzeln in Cylindergläser von 12 bis 14 cm Höhe und 8—10 cm Weite übertragen und Nachts über dunkel gestellt. Nach dem Hervorholen am nächsten Morgen wurden die Schwärmer in grosser Menge meist zwischen 10 und 1 Uhr entlassen. Drei bis vier Tage cultivirtes Material gab mir zwar noch Copulationen, aber die Zygoten gingen zu Grunde, zum Theil sofort, indem sie platzten. Vergl. darüber weiter unten die Angaben vom 24. März 1881.

In Menge traten Chytridiaceen auch bei mir erst in etwas älteren Culturen auf, und dann wird in meinen Notizen mehrfach auf ihre unerwünschte Thätigkeit hingewiesen. O. hält nach brieflichen Mittheilungen das Chytridium, das er in meinen Präparaten zu finden glaubt, für identisch mit seiner Form I. Bei dieser erfolgte aber die Verdauung der aufgenommenen Schwärmer zum Theil schon nach 4 Stunden, indem brennrothe Klumpen ausgestossen wurden, am folgenden Morgen war nur noch eine farblose Kugel vorhanden. Weder das eine, noch das andere habe ich in meinen Präparaten in

den ersten Tagen gesehen. Und doch hätte mir, wenn solche Umwandlungen eingetreten wären, das unmöglich entgehen können, da sie den grösseren Theil meiner Keimlinge hätten betreffen müssen, und gerade diejenigen, auf deren Verhalten es mir ankam.

Dazu kommt noch, dass nach O. mehrfache „Copulationen“ gar nichts Seltenes sind, „häufig werden 3, 4, 5 oder gar noch mehr aufgenommen“ (S. 360). In meinen Präparaten waren Vereinigungen von mehr als zwei Schwärmern sehr selten, trotz der grossen Zahl von Copulationen, die ich im Laufe der beiden Jahre gesehen habe. Für Scytosiphon sind es nur einige wenige Fälle, wie in meiner Mittheilung angegeben ist, bei Ectocarpus siliculosus fand ich im ersten Jahre einen solchen Fall überhaupt nicht, 1881 ist mir nach meinen Notizen nur eine einzige Zygote mit drei rothen Punkten vor Augen gekommen.

O. hat nun des Weiteren geglaubt, auch in meinen gefärbten Präparaten Stützen für seine Auffassung zu finden. Meine Zygoten enthalten nach ihm überall zwei Kerne, daneben findet er „häufig einen dritten Kern, der aber nicht immer nachweisbar ist, dafür dürfte die angewandte Carminfärbung nicht ausgereicht haben“. Ich habe nun meine Präparate jetzt mit guten Oelimmersionen, die mir seinerzeit in Neapel nicht zu Gebote standen, nachuntersucht und finde in der Mehrzahl der Fälle in den Zygoten zwei gleich grosse und gleich gefärbte Kerne, nirgends aber etwas von einem dritten Chytridiaceenkern. Auch O. hat einen solchen wohl kaum klar gesehen. Es wäre aber doch sonderbar, wenn ein solcher dritter Kern, wenn er vorhanden gewesen wäre, sich in der nur mit zartester Membran umgebenen Plasmamasse nicht ebenso gut gefärbt hätte, wie die beiden Ectocarpuskerne.

In einem anderen Theil meiner Zygoten finde ich nun aber die Kerne dicht neben einander liegend, und in wieder anderen nur einen einzigen grossen Kern. Der ganze Befund in meinen Präparaten erklärt sich daraus, dass die Conservation derselben mit Jod Mittags oder in den ersten Nachmittagsstunden stattgefunden hat, ganz genau vermag ich das jetzt nicht mehr anzugeben. In der Mehrzahl der Zygoten ist darum, weil sie noch zu jung sind, die Verschmelzung der Kerne noch nicht eingetreten.

Was nun die drei letzten von O. meinen Präparaten entnommenen Figuren 49a, 50, 51 anbetrifft, so finde ich nirgends Bilder, die 49a und 50 entsprechen. Vielleicht ist der von O. so scharf gezeichnete innere Contour, der aber nach meinen Befunden unmöglich so scharf

vorhanden gewesen sein kann, hervorgerufen durch einen in einzelnen Zygoten noch nicht wandständig gewordenen und auf der Kante stehenden Farbkörper, wie ich solche in vielen Zygoten finde. Fig. 51 stellt vielleicht auch eine Zygote dar, vielleicht aber auch zwei nicht copulirte Schwärmer, die sich dicht zusammen gelagert haben, die Zeichnung lässt das nicht sicher entscheiden. Ueber den dritten dunklen Punkt links, der nach O. vermuthlich der Chytridienkern ist, vermag ich nichts zu sagen, ich finde in meinen Präparaten solche Bilder nicht.

Ich könnte nun meiner Ansicht nach hiermit die Discussion abschliessen, aber im Interesse der Sache halte ich es für zweckmässiger, hier noch die wesentlichen Ergebnisse meiner Beobachtungen aus dem Frühjahr 1881 in extenso hinzuzufügen, zu deren Publikation sich bisher die Gelegenheit nicht gefunden hat. Meine Beobachtungen aus dem Jahre 1880 werden durch sie in ihrem ganzen Umfange bestätigt, in einigen Punkten erweitert.

Vergleichende Untersuchungen ergaben zunächst, dass nach den Exemplaren im Ganzen eine Trennung der Geschlechter durchgeführt ist, doch kommen Ausnahmen vor, und besonders oft ist ein ganz geringer Procentsatz der Gameten eines Exemplars von anderer geschlechtlicher Qualität als die übrigen. Ausserdem fand sich allgemein eine Abstufung des geschlechtlichen Gegensatzes derart, dass einzelne Exemplare nur schwach ausgesprochenen Geschlechtscharakter besassen, andere dagegen sehr energisch männlich oder weiblich reagirten. Ich gebe zunächst einen zum Theil wörtlichen Auszug aus einem Theil meiner während der Beobachtung niedergeschriebenen Protokolle.

Das Material war von derselben Herkunft, wie im Jahre 1880, es wurde mir am 21. März 1881 Nachmittags zugebracht, die einzelnen Individuen, wie oben angegeben, in Gläser vertheilt, dunkel gestellt, und am 22. März Morgens mit der Beobachtung begonnen:

22. März: Eine halbe Stunde nach dem Hervorholen der Gefässe begann der Austritt der Schwärmer in einzelnen von ihnen, in anderen erst später. — Austritt massenhaft. — Ansammlung an der Lichtseite.

Bei mehreren Exemplaren die Schwärmer im Hängetropfen ohne Reaction auf einander, dieselben setzen sich bis um 12 Uhr nicht zur Ruhe. Bei einem Ex. (1) bilden die Gameten eigenthümliche Gruppirungen im ganzen Tropfen, tanzenden Mücken gleich, später setzen sich nach und nach einzelne nieder und es finden Copulationen statt — die meisten Schwärmer aber männlich.

Ein anderes Ex. (3) zeigt ebenfalls die tanzenden, scheinbar sich haschenden Schwärmer, Copulationen erfolgen aber äusserst selten — um 1 Uhr Nachmittags der Zustand noch unverändert.

Ex. (4) zeigt ebenfalls Gruppirungen, aber bald kommen viele Schwärmer zur Ruhe und jetzt erfolgen Copulationen in ziemlicher Zahl.

Diese erfolgen massenhaft, als Schwärmer von 4 und von Ex. 2 (für sich lange schwärmend, ohne Einwirkung auf einander, also rein männlich) zusammengebracht werden. Jetzt bildet sich in kürzester Zeit um die zur Ruhe gekommenen weiblichen Schwärmer ein Kranz männlicher und die Copulationen erfolgen ausserordentlich rasch.

Ex. 5: Die Gameten treten aus um 2 Uhr 30 Min., der grösste Theil ist, in den Hängetropfen übertragen, schon nach 10 Minuten zur Ruhe gekommen — keine Copulationen — bei Vereinigung mit 2 Copulationen in enormer Menge und sehr energische Anziehung, wie zwischen 4 und 2. Copulationen fanden im Tropfen noch statt nach $^3/_4$ Stunden, nach $^5/_4$ Stunden noch einzelne.

In den Präparaten von 2 (♂) begannen die Schwärmer nach 1 Uhr allmählich in ihren Bewegungen zu ermatten, viele rundeten sich ab, die Cilien machten noch lange zuckende Bewegungen, am Körper der Schwärmer bildeten sich an einer oder an mehreren Stellen Auftreibungen. Schliesslich platzten viele.

Ex. 3 zeigt um 3 Uhr 30 Min. wenige Zygoten, eine geringe Menge anderer Gameten einfach zur Ruhe gekommen und abgerundet, die grosse Mehrzahl noch schwärmend oder am Boden liegend, mit schwacher Bewegung der Cilien, ein Theil mit Einschnürungen oder hervorgetretenen Plasmatröpfchen.

Die Vereinigung von 2 und 3 hat eine ziemliche Anzahl Zygoten geliefert, sonst aber Verhalten wie bei 3 und 2 isolirt.

23. März: 8 Uhr 30 Min. Morgens schwärmen in den gestrigen Feuchtkammerpräparaten von 2 und 3 vielleicht noch ein Viertel der Gameten, die übrigen, theils noch mit Cilien, theils in den verschiedenen oben beschriebenen Stadien der Desorganisation am Boden liegend. In den Präparaten von 3 sind nur noch wenige Schwärmer in Bewegung, ein kleiner Theil in Desorganisation, die übrigen abgerundet und oft dicht zusammengedrängt, anscheinend keimfähig.

In den Präparaten 2 . 4, mit sehr vielen Zygoten, der Farbstoffgehalt stark vermehrt, aber noch keine Keimschläuche. Viele männliche Schwärmer noch in Bewegung.

In 5: sich desorganisirende Schwärmer vorhanden, in sehr geringer Menge, die übrigen einfach abgerundet.

Ex. 6: Im Hängetropfen schwache Andeutung schwärmender Gruppen — nach $^3/_4$ Stunden haben sich vereinzelte niedergesetzt, Copulationen erfolgten nicht, der Rest schwärmt sehr lebhaft.

Ex. 7: Sehr schwache Gruppenbildungen, Schwärmer kommen massenhaft nach kurzer Zeit zur Ruhe. Ein grosser Theil schwärmt aber noch um 3 Uhr Nachmittags, vier Stunden nach dem Austritt.

6 und 7 vereinigt, geben zahlreiche Copulationen, aber lange nicht so viele, wie 2 . 4 und 2 . 5 gestern.

Ex. 9: Sehr schwache Gruppirungen, Schwärmer kommen rasch zur Ruhe, keine Copulationen.

Ex. 8: Verhält sich wie 9.

9 und 6 copuliren, 9 und 7 dagegen nicht, sind ohne Einwirkung auf einander.

In 9 nach $1^1/_2$ Stunden der weitaus grösste Theil der Schwärmer zur Ruhe gekommen.

In 7 dagegen nach zwei Stunden noch die Hälfte schwärmend, nach fünf Stunden der Zustand noch unverändert.

In 6 ist nach zwei Stunden die Zahl der zur Ruhe gekommenen Schwärmer immer noch sehr gering, um 3 Uhr, nach zwei weiteren Stunden, erheblich grösser.

2 und 6 zusammengebracht, zeigen deutliche Gruppirungen der Schwärmer, in 2 allein sind sie unmerkbar, 5 hat ebenfalls nur sehr schwache Gruppirungen. Sehr auffallend sind sie wieder in den Präparaten von 3 und besonders von 4.

2 und 5 copuliren wieder massenhaft. Eine Zygote mit drei rothen Punkten gefunden.

In 2 nach Verlauf von zwei Stunden noch kein zur Ruhe gekommener Schwärmer, nach drei Stunden einige wenige.

In 2 von gestern jetzt, nach 30 Stunden, noch eine grosse Anzahl Schwärmer in Bewegung.

In 5 von gestern um 4 Uhr Nachmittags die Schwärmer abgerundet, einige wenige geplatzt.

Als zu drei Stunden alten Schwärmern von 2 frische von 5 hinzugefügt wurden, erfolgten wieder zahlreiche Copulationen.

In einem Präparat von 3 nach drei Stunden eine sehr geringe Anzahl zur Ruhe gekommener Schwärmer.

24. März: In 2 vom 22. März (48 Stunden nach dem Austreten) lebhaftes Schwärmen nur noch bei ganz vereinzelten Gameten, dagegen noch viele mit zuckenden Cilien, die übrigen theils in Desorganisation, theils abgerundet ohne weitere Veränderungen.

Bei 6 von gestern lebhaftes Schwärmen nur noch vereinzelt, die Mehrzahl dagegen noch mit zuckenden Cilien.

In 3 von gestern nur noch wenige Schwärmer in Bewegung.

2.4 vom 22. März: Die Zygoten mit kräftigem Keimschlauch, so lang als der Körper der Zygoten. Von den nicht copulirten ein Theil mit kurzer seitlicher Ausstülpung, der andere Theil unverändert.

Die Cultur unbefruchteter weiblicher Schwärmer (5) von vorgestern zeigt einfach abgerundete Kugeln, keine Keimschläuche, viele desorganisirt.

In einer Cultur von 2 vom 22. März Keimung ebenfalls nicht eingetreten.

Cultur von 3 vom 22. März hat zahlreiche nicht copulirte Keimlinge ergeben, Keimschläuche etwa von der Länge der Spore.

Beim Zusammenbringen von 2 und 5 finden heute wieder massenhafte Copulationen statt, doch platzen viele Zygoten unmittelbar nach der Vereinigung. Sie werden dabei zunächst auffallend prall, dann reisst die Buntschicht und der Inhalt fährt weit auseinander, indem er sich gleichzeitig löst. Die beiden Farbkörper platzen gleich darauf ebenfalls und Farbstoff und rother Punkt verschwinden fast momentan. Kurze Zeit darauf sind von der Zygote nur noch einige stark lichtbrechende Kügelchen zu sehen.

26. März: Cultur von 2, vier Tage alt: Ein grosser Theil desorganisirt, andere einfach abgerundet, nur sehr wenige mit kurzem Keimschlauch, welcher den Durchmesser der Spore an Länge aber nicht übertrifft.

Cultur 2.4, vier Tage alt: Geschlechtliche Keimlinge zum Theil schon dreizellig, einen kräftigen, kriechenden Faden bildend, uncopulirte höchstens von doppelter Sporenlänge und sehr schwächlich. Ein anderer Teil noch unausgekeimt oder desorganisirt.

Cultur 2.5 vom 22. März verhält sich ebenso.

Cultur 5 vom 22. März: Sehr wenige Keimlinge schwach ausgewachsen, die meisten desorganisirt, ein grosser Theil einfach abgerundet, mit halbmondförmig an einer Seite zusammengezogenem Inhalt, während die andere Seite vollkommen farblos ist.

Ebenso auch 9 vom 23. März, doch mit etwas mehr ausgekeimten Exemplaren.

Cultur 3 vom 22. März: Der weitaus grösste Theil gekeimt, Keimlinge zwar fast alle noch einzellig, aber oft bis dreimal so lang als nach der Abrundung. Nur wenige desorganisirt oder in Desorganisation begriffen.

30. März: Cultur von 2 vom 22. März: Eine Anzahl Keimlinge, meist einzellig oder auch zweizellig, nur selten dreizellig, wenig kräftig. Viele noch als runde Kugeln, der Rest desorganisirt und verschwunden.

Cultur eines anderen männlichen Exemplars verhält sich ebenso.

Die Culturen 2 . 4 und 2 . 5 vom 22. März haben ein langes kräftiges Rhizoid und zum Theil schon aufrechte Fäden von einigen Zellen erzeugt.

Cultur von 5 (♀): Die äusserst spärlichen Keimpflanzen sind ein- oder zweizellig und werden stark von Chytridien belästigt.

Bei 9 mehr Keimlinge, aber von derselben Grösse, ein grosser Theil noch einfach abgerundet, ohne Keimschlauch.

Am 5. April wurden in einer Cultur 2 . 4 schon pluriloculäre Sporangien an allerdings noch kleinen Keimlingen gefunden.

Eines ausführlichen Commentars bedürfen die vorstehenden Daten nicht, da sie, wie ich glaube, für Jeden, der sie eingehend vergleicht, beweisend sein müssen. Nur auf einige Punkte wird es nöthig sein, hier noch zurückzukommen.

Von Interesse ist zunächst die Thatsache, dass die Schwärmer schon auf einander einwirken, bevor die weiblichen noch zur Ruhe gekommen sind, wie die Schwarmbildungen beweisen. Das war mir im Jahre 1880 nicht aufgefallen, vielleicht weil sie sich in den von mir damals untersuchten Exemplaren zufällig nicht in so ausgeprägter Weise gezeigt hatten. Auch im Frühjahr 1881 zeigten ja in dieser Beziehung die einzelnen Exemplare sehr bedeutende Unterschiede.

Die von den einzelnen Exemplaren erhaltenen Schwärmermassen sind auch abgesehen von dem Unterschiede zwischen männlichen und weiblichen Gameten, hinsichtlich der Zeit des Schwärmens und der Keimfähigkeit ohne Copulation, auffallend unterschieden. Zusammen mit der ebenso verschiedenen Neigung der Schwärmer ungleicher Herkunft mit einander zu copuliren, beweisen sie einmal die weitgehenden Abstufungen in der Quantität des geschlechtlichen Gegensatzes, dann das Vorhandensein von Uebergangsformen zwischen den geschlechtlich differenzirten und den neutralen Schwärmern, die zu anderen Zeiten ganz allein auftreten. Bei den Exemplaren mit scharf ausgesprochenem Geschlechtscharakter keimen von den männlichen, wie von den weiblichen Gameten nur sehr wenige. Viele gehen sofort zu Grunde, andere liegen über acht Tage lang ohne sich äusserlich erheblich zu verändern, bis auch sie sich desorganisiren.

Neutrale, geschlechtlich nicht differenzirte Schwärmer, wie ich sie in den zwei Jahren meines Neapeler Aufenthalts von zahlreichen Phäosporeen und auch von Ectocarpus siliculosus oft cultivirt habe, keimen dagegen sofort und gleichmässig aus.

Ueber das relative Mengenverhältniss der männlichen und der weiblichen Exemplare habe ich besondere Feststellungen nicht gemacht. Jedenfalls ist mir bei Ectocarpus bemerkenswerthes in der Beziehung nicht aufgestossen, auch die männlichen Exemplare waren häufig. Damit fällt ein mir von Oltmanns brieflich gemachter Einwurf, dass die grosse Seltenheit männlicher Exemplare gegen meine Ansicht spreche. Nur ein einziges männliches Exemplar habe ich freilich von Scytosiphon in Händen gehabt, mit dem ich am 20. April 1880 und den folgenden Tagen massenhaft Zygoten erzielte. Später habe ich dann Scytosiphon nicht weiter verfolgt, bin besonders auch im Jahre 1881 nicht mehr auf diese Alge zurückgekommen, da ich Neapel um diese Zeit verliess. Wenn ich aber im Frühjahr 1881 bei Ectocarpus vorwiegend mit dem männlichen Exemplar 2 operirte, so geschah das, weil bei diesem die geschlechtliche Potenz besonders gross war. Die vorstehenden Daten zeigen aber, dass auch noch andere männliche Exemplare benutzt wurden, und in meinen Notizen finde ich zudem eine ausdrückliche Angabe vom 22. März 1881 derart, dass rein männliche Exemplare nicht aufeinander reagiren, vorwiegend männliche mit rein männlichen ebenfalls nicht in erheblichem Grade.

Das fast gleiche Verhalten aller Schwärmer der Exemplare mit scharf ausgeprägtem Geschlechtscharakter ist mit O. Ansicht, dass hier Chytridien im Spiele sein könnten, ganz unvereinbar. Ein mir brieflich gemachter Einwurf von O., dass die Chytridien vielleicht nur in einigen Culturen vorhanden gewesen wären, ist unmöglich ernst zu nehmen, da alles Material von demselben Standort stammte, und in einer grossen Schale vereinigt den Transport von der See ins Laboratorium durchgemacht hatte. Starke Ungleichmässigkeiten in der Vertheilung der Chytridien hätten dabei unmöglich bestehen bleiben können.

Auch im Jahre 1881 sind meine Zygoten keineswegs zu Grunde gegangen, wie bei O. die von Chytridien aufgenommenen Schwärmer. Eine Anzahl Culturen wurde bis zum dritten Tage im Hängetropfen verfolgt, wie aus den Einzeldaten hervorgeht, die meisten Deckgläser mit den anhaftenden Keimlingen wurden wie im Frühjahr 1880 in grosse flache Schalen eingelegt und zur mikroskopischen Untersuchung hervorgeholt. Die Ergebnisse dieser Untersuchung sind oben im Einzelnen aufgezeichnet.

Ich bedauere lebhaft, dass es auch O., wie den anderen Forschern, die sich seit dem Jahre 1880 mit der Frage der Schwärmersporen-copulation bei den Phäosporeen beschäftigt haben, nicht gelungen ist, meine Angaben zu bestätigen, auch Sauvageau hat ja neuerdings nur vereinzelte Copulationen gesehen, die von O. ebenfalls angefochten werden. Nach meinen Erfahrungen ist nichts leichter, als die vorstehenden Beobachtungen bei Ectocarpus siliculosus zu wiederholen, diese meine Erfahrungen beziehen sich allerdings nur auf Neapel und auf die von mir angegebene Zeit.

Für mich ist diese Frage jetzt erledigt, ich habe keine Veranlassung, noch einmal wieder an sie hinanzutreten, im Interesse der Sache kann ich aber nur wünschen, dass möglichst bald noch Andere mit besserem Glück als bisher meine Untersuchungen nachzuprüfen unternehmen werden. Ich bin sehr gern bereit, Jedem, der in Neapel diesen Versuch machen will, brieflich jede gewünschte weitere Auskunft zu geben.

Göttingen, im März 1897.

Morphologische und biologische Bemerkungen.[1])

Von

K. Goebel.

Mit 12 Textfiguren.

5. Cryptocoryne, eine „lebendig gebärende“ Aroidee.

In meinen „Pflanzenbiologischen Schilderungen“[2]) habe ich in der kurzen Skizze, welche einige Eigenthümlichkeiten der südasiatischen Strandvegetation behandelt, die mir bekannt gewordenen Beispiele lebendig gebärender Pflanzen besprochen und Untersuchungen darüber mitgetheilt. Dabei wurde auch auf zwei Monokotylen hingewiesen. Aber nur von einer derselben, von Crinum asiaticum, konnte die merkwürdige Samenentwickelung näher behandelt werden. „Die zweite hierhergehörige Pflanze ist eine Aroidee. Die Embryobildung der an sumpfigen Orten wachsenden Cryptocoryne ist bis jetzt nur aus Griffith's Schilderung bekannt.[3]) Leider gilt für diese, namentlich auch die Abbildungen, dasselbe wie für manche andere Angaben des verdienten Forschers, das nämlich, dass man dieselben nur verstehen kann, wenn man das betreffende Object selbst untersucht hat; bis jetzt vermag ich aus Griffith nur soviel zu entnehmen, dass die Samen innerhalb des Fruchtknotens keimen und einen weit fortentwickelten, mit zahlreichen Blättern versehenen Embryo besitzen. Wie es scheint, handelt es sich also auch hier um eine lebendig gebärende Pflanze, deren Entwickelungsgeschichte zu kennen erwünscht wäre.“

Durch die grosse Freundlichkeit des Herrn Dr. King, Director des botanischen Gartens in Kalkutta, erhielt ich Alkoholmaterial von zwei Cryptocoryne-Arten, von Cr. ciliata und Cr. spiralis, welches mir gestattet, die Lücke, auf welche ich früher hinwies, wenigstens der Hauptsache nach auszufüllen, wenngleich nicht alle Entwickelungsstadien vertreten waren.

---

1) Die früheren unter diese Rubrik gehörigen Mittheilungen sind: 1. Der Aufbau von Utricularia, Flora 72. Bd. (1889) pag. 291; 2. Zur Biologie von Genlisea, 77. Bd. pag. 208; 3. Ein Beitrag zur Morphologie der Gräser, 81. Bd. (Ergzbd. 1895) pag. 17; 4. Ueber Sporenausstreuung durch Regentropfen, 82. Bd. (1896) pag. 480.

2) I. Theil, Marburg 1889.

3) Griffith, Notulae ad plantas asiaticas (posthumous papers part III pag. 154 ff.). Icones plantarum asiat. pars. III plate 170, 171, 172.

Die Cryptocoryne-Arten sind Wasser- resp. Sumpfpflanzen. Ihren Namen hat die Gattung bekanntlich daher, dass der sehr kleine Spadix in der Spatha dadurch besonders geborgen liegt, dass er an seiner blüthenleeren Spitze mit einer Wucherung der Spatha verwachsen ist.



Fig. 1. Cryptocoryne spiralis. Halbirter unterer Theil der Spatha, 3mal vergr.

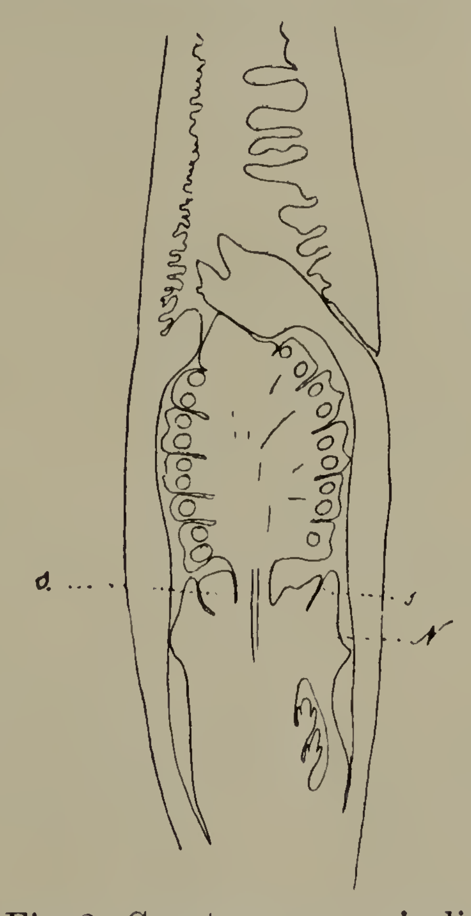


Fig. 2. Cryptocoryne spiralis. Längsschnitt durch eine junge Inflorescenz, vergr. s sterile Blüthen, N Narbe.

Diese ist nichts anderes als ein verlängerter eingeschlagener Randlappen, der sich an der Stelle entwickelt, wo der röhrige Theil der Spatha in den oberen übergeht (Fig. 1 u. 2). Oberhalb dieses Lappens findet sich bei C. spiralis noch eine ins Innere vorspringende Leiste, die nur eine verhälnissmässig kleine auf den Lappen zuführende Oeffnung frei lässt. Es ist dadurch der Kolben geschützt vor dem Eindringen von Schlamm, Wasser und von grösseren Thieren, und dieselbe Bedeutung hat wohl auch die spiralige Drehung der Spatha bei Cr. spiralis; kleine Fliegen und andere Thiere traf ich gelegentlich in dem Kesseltheile der Spatha an; andererseits wird dadurch auch die Pollenübertragung gesichert werden, auf die unten zurückzukommen ist.



Fig. 3. Cryptocoryne spiralis. Spathaquerschnitt (stärker vergr. als Fig. 2). In den beiden durch den Schnitt getroffenen Wucherungen der Spatha sind die grossen Raphidenzellen angedeutet.

Bei Cr. spiralis finden sich im oberen Theile der Spatha zahlreiche faltenförmige Wucherungen, die reich an besonders grossen Raphiden sind (vgl. Fig. 3, die Oberfläche der Spatha ist hier mit Raphiden in reichstem Maasse versehen); bei Cr. ciliata sind diese Fortsätze mehr fadenförmig, wie der Speciesnamen besagt, und auf den Rand beschränkt.

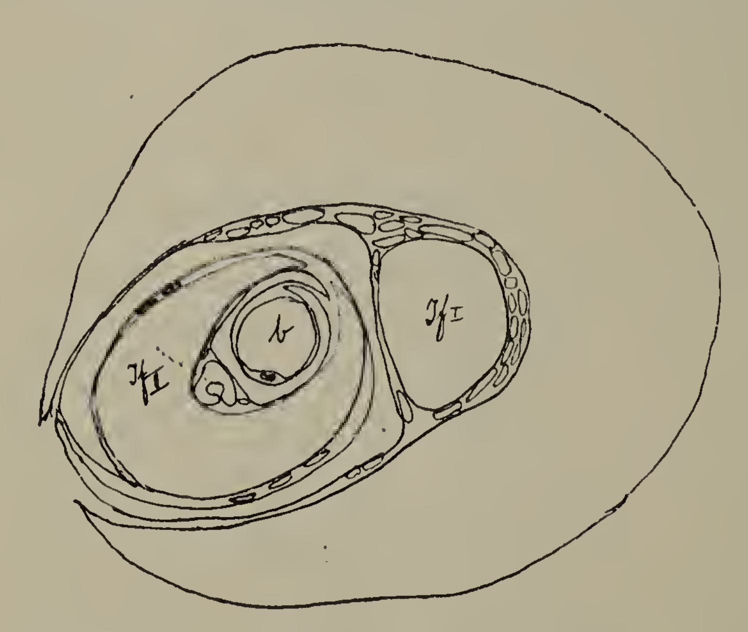


Fig. 4. Cryptocoryne ciliaris. Querschnitt durch die Knospe einer blühenden Pflanze. If$_{I}$, If$_{II}$ Inflorescenzen, b Querschnitt durch den Stiel eines Laubblattes.

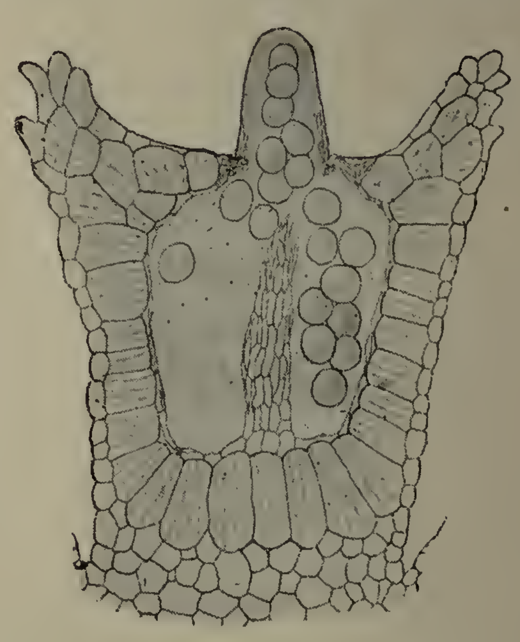


Fig. 5. Längsschnitt durch eine männliche Blüthe von Cryptocoryne ciliata.

Die Stellung der Inflorescenz ist eine axilläre, ihr zweikieliges[1]) Vorblatt ist bei Cr. spiralis ohne Gefässbündel, während diese bei C. ciliata in grösserer Zahl vorhanden sind; dass die Blüthenstände später vielfach nicht mehr vor der Mitte ihrer Deckblätter inserirt sind, beruht auf nachträglicher Verschiebung. Mit der eigenthümlichen eingerollten Knospenlage der Laubblätter hängt offenbar auch die bei Cr. ciliata beobachtete Ungleichheit der beiden Seiten des Blattes zusammen. An der Basis der Blätter und der Inflorescenz finden sich zahlreiche spitze Zellkörper, die „squamulae intravaginales". Auch hier lässt sich nachweisen, dass dieselben reichlich Schleim aussondern, obwohl sie an Orten stehen, wo der Schleim weder als Schutzmittel gegen Thiere (Stahl), noch zur Verhütung der Ansiedlung von Algen in Betracht kommen kann, offenbar steht vielmehr die Schleimbildung, wie ich früher hervorhob, mit dem Schutze gegen das Wasser in Beziehung. Am Ende der Laubblattanlagen finden sich übrigens Anhängsel, welche den Intravaginalschuppen gleichen, offenbar auch zur Secretion bestimmt sind und dann absterben. Die männlichen Blüthen bestehen je aus einem Staubblatt, das ursprünglich vier Pollenfächer

1) Eigentlich wohl auch hier aus zwei Blättern verwachsenes. Vgl. Fig. 4.

besitzt.[1]) Sie besitzen einen sehr eigenthümlichen Bau. In den systematischen Werken wird Cryptocoryne ein „pollen vermiformis" zugeschrieben (so z. B. bei Schott a. a. O., Hooker, flora indica). In Wirklichkeit sind die Pollenkörner bei Cr. ciliata annähernd kugelig, bei Cr. spiralis annähernd bohnenförmig. Jene Angabe kommt offenbar daher, dass, wie Griffith (a. a. O. pag. 136) angibt, die Antheren „exsert a cone of mucilage in which the grains of pollen are imbedded". Seine Angabe über die Oeffnung der Antheren („apice lati dehiscentes") ist freilich — wenigstens für die von mir untersuchten Stadien — nicht richtig. Ueber den beiden Antherenhälften findet sich ursprünglich je ein stumpfer, von zartwandigem, inhaltreichem Gewebe erfüllter Fortsatz. Dieses Gewebe unterscheidet sich deutlich von den peripherischen Zellen, die inhaltsärmer und etwas derbwandiger sind. An der Spitze des Fortsatzes scheint die Aussenwand der Zellen dicker. Unterhalb dieses Fortsatzes unterbleibt die Entwickelung des sonst stark entwickelten Endotheciums. Das Gewebe wird mit Ausnahme der Aussenwände aufgelöst (wahrscheinlich unter Schleimbildung) und es entsteht so ein mit den beiden Pollensäcken in Verbindung stehender Kanal, in den die Pollenkörner, in weicher schleimiger Masse eingebettet[2]), hineintreten, offenbar durch die Formänderungen, welche das Endothecium erfährt, veranlasst. Wenn nun ein Insekt in den kleinen Raum zwischen Spatha (resp. Spathafortsatz) und Spadix an die Antherenfortsätze stösst, so wird es durch Druck auf den mit Pollen erfüllten Oeffnungskanal leicht Pollen hervorpressen und sich mit demselben behaften. Es wäre natürlich wünschenswerth, dass der Bestäubungsvorgang an lebenden Blüthen genauer beobachtet würde, hier konnte nur auf den merkwürdigen Antherenbau hingewiesen werden.[3])

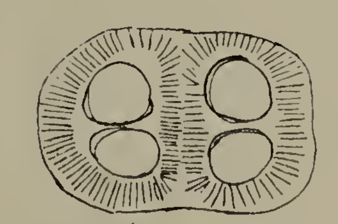


Fig. 5. Cryptocoryne spiralis. Querschnitt einer männlichen Blüthe. Endothecium durch Schraffirung angedeutet.

---

1) Wollte man annehmen, die männlichen Blüthen beständen aus zwei mit einander verwachsenen Staubblättern, so hätte jedes derselben nur zwei Pollensäcke; gelegentlich scheinen solche halbe Staubblätter an der Inflorescenz vorzukommen.

2) Der Schleim, der auf gefärbten Präparaten deutlich hervortritt, entstammt offenbar dem aus den aufgelösten Tapetenzellen entstandenen „Plasmodium". Man sieht mit Schleim umgebene Pollenkörner namentlich auch in der Vertiefung aussen unterhalb des Antherenkanals liegen.

3) Die Spatha bietet in biologischer Beziehung manches, was aufzuklären bleibt. So das grosse Missverhältniss zwischen der Grösse derselben und der des

Der blüthenfreie fadenförmige Theil der Inflorescenz tritt erst relativ spät durch interkalare Streckung hervor. Unterhalb desselben befinden sich einige an ihrer Aussenseite zahlreiche Raphidenzellen bergende Zellkörper, die wohl als sterile männliche Blüthen zu betrachten sind. Weder an den männlichen, noch an den weiblichen Blüthen war auch an den frühesten Entwickelungsstadien eine Spur eines Deckblattes oder eines Perigons zu bemerken.

Im unteren Theile des Kolbens befinden sich die mit einander und mit der Kolbenoberfläche verwachsenen weiblichen Blüthen; der Querschnitt dieses Theiles gleicht täuschend dem eines mehrfächerigen Fruchtknotens, dessen Fächer eine Anzahl atroper Samenanlagen enthalten. In den untersuchten unbefruchteten Blüthen von Cr. ciliata und Cr. Fischeri war das äussere Integument, das später eine so auffallende Entwickelung erfährt, noch verhältnissmässig dünn. Der Embryosack ist speciell bei Cr. spiralis scheinbar ausgezeichnet durch seinen auffallend reichen Gehalt an Stärke; nach der Untersuchung dünner Mikrotomschnitte glaube ich aber annehmen zu sollen, dass die stärkeführenden Zellen nicht dem Embryosack angehören, sondern den Rest des Nucellus darstellen, dessen Zellen ihre Wände verquellen lassen und, wie der reiche Stärkegehalt wahrscheinlich macht, zur Ueberführung von Baustoffen in den Embryosack dienen.

Ein Längsschnitt durch das nächst ältere zur Beobachtung gelangte Stadium zeigt den Embryo schon in Gestalt eines kugeligen Zellkörpers entwickelt, er liegt oben in dem glashellen inhaltsarmen Endosperm. Das äussere Integument aber ist mächtig herangewachsen, es hat sich zu einem schwammigen, intercellularraumreichen Gewebe entwickelt; dieses ist dazu bestimmt, den Raum für die weitere Entwickelung des Embryo zu bieten, denn diese erfolgt nicht wie gewöhnlich im Embryosack, sondern im äusseren Integument. Es liefert dasselbe das „Verdrängungsgewebe“, eine Gewebeform, die auch sonst sich findet. Zunächst bei anderen lebendig gebärenden Pflanzen. Bei Bruguiera und Rhizophora findet es sich in dem dicken Blüthenstiel unmittelbar unterhalb des Fruchtknotens. (Vgl. die Abbildung Fig. 3 auf Tafel V in Goebel, Pflanzenbiolog. Schilderungen bei X.) Aber auch bei anderen Pflanzen ist es in ganz ähnlicher Weise entwickelt; so bei Eugenia caryophyllata, bei welcher der reifende Samen nach Verdrängung dieses, auch hier unterhalb des

---

Spadix (Länge derselben in einem Falle bei Cr. ciliata 32 cm, des Spadix 2,5 cm u. a.). Wahrscheinlich steht die Länge der Spatha in Beziehung zur Tiefe des Wassers, in dem die Pflanze wächst.

Fruchtknotens gelegenen Gewebes thatsächlich der Hauptsache nach im Blüthenstiel eingebettet liegt, der den grössten Theil der Fruchtwand liefert. In allen diesen Fällen handelt es sich um schwammige, leicht verdrängbare Gewebe, die dem Samen Platz für seine Ausdehnung geben. Dass bei Cryptocoryne dazu höchst eigenthümlicherweise das äussere Integument dazu verwendet wird, mag unter anderem damit zusammenhängen, dass in jedem Fruchtknotenfache (oder vielmehr jeder weiblichen Blüthe) sich mehrere, unter Umständen alle Samenanlagen zu Samen entwickeln, während bei den erwähnten Rhizophoreen und Eugenia nur ein einziger zur Ausbildung gelangt.

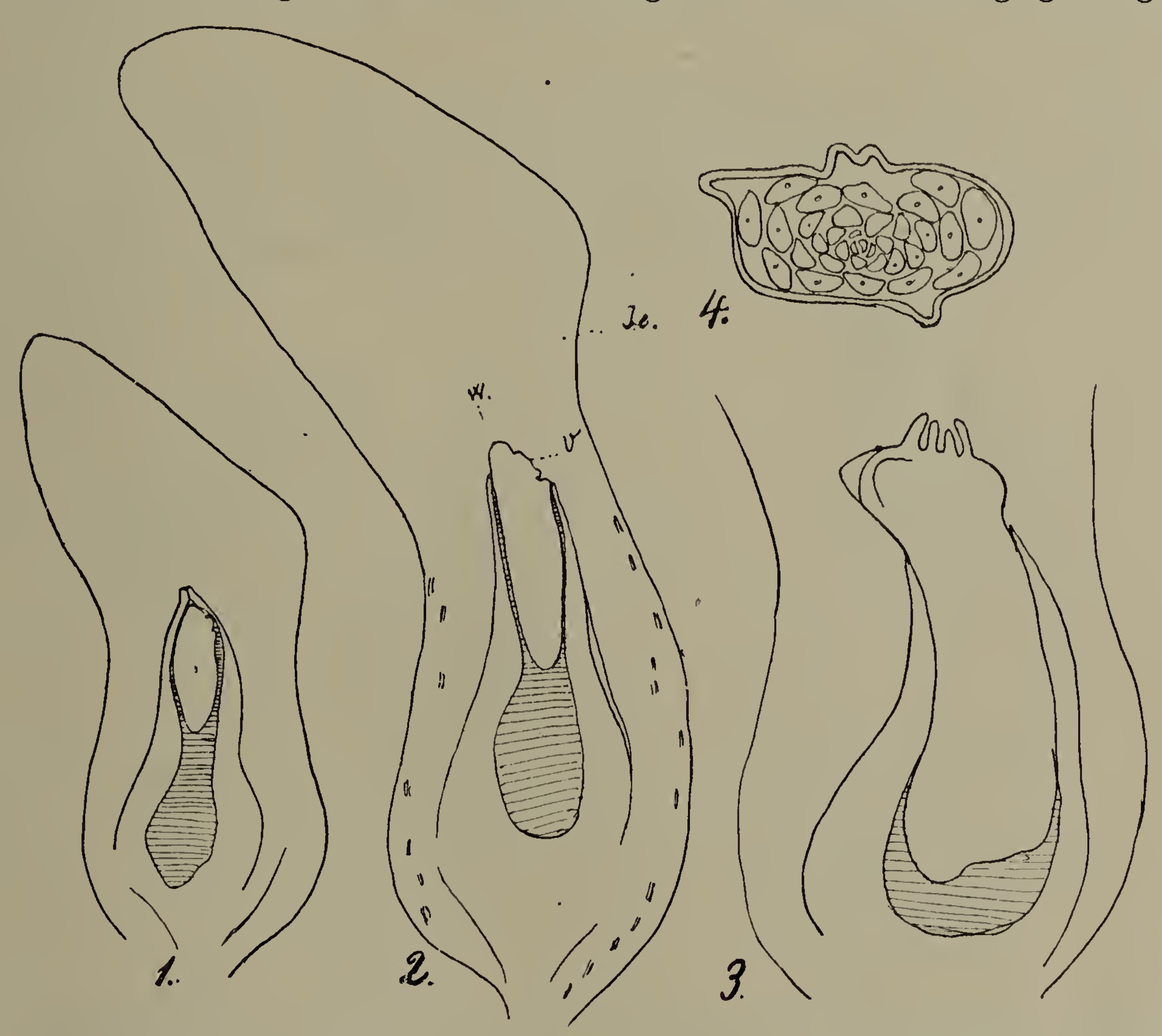


Fig. 7. Cryptocoryne ciliata. 1—3 Längsschnitte junger Samen verschiedener Entwickelung; bei 3 der obere Theil weggelassen. W Wurzelanlage, V Vegetationspunkt des Embryo, Jc äusseres Integument. 4 Querschnitt durch einen (noch nicht reifen) Samen; der Schnitt ist durch die Knospe des Embryo gegangen.

Die Weiterentwickelung des Embryos von Cryptocoryne besteht nun darin, dass der Cotyledon zu einem Saugorgan heranwächst, welches das Endosperm allmählich aufzehrt, während der oberhalb des Cotyledons gelegene Theil des Empryo (hypocotyles Glied, Stammknospe und Wurzel) seine Weiterentwickelung ausserhalb des Embryosackes durchmacht, in dem von ihm allmählich verdrängtem äusseren Integument.

Es mag hier sogleich hervorgehoben werden, dass der Cotyledon von einigen Autoren mit dem Endosperm verwechselt worden ist. So von Schott, welcher (Genera Aroidearum pag. 1) dem Samen ein „albumen copiosum“ zuschreibt, während thatsächlich der reife Samen kein Endosperm mehr enthält. Auch Hooker (Flora indica Vol. VI pag. 492) schildert die Samen als „oblong, albuminous; embryo axile“, wohl auf Grund desselben Missverständnisses. Das Endosperm spielt bei der Samenentwickelung vielmehr nur eine vorübergehende Rolle. Es ist auch nicht betheiligt bei dem Heraustreten des Embryo aus dem Endostom, vielmehr erfolgt dies durch das Wachsthum des Embryos selbst.

Fig. 7, 2 stellt einen Embryo dar, der das Endostom auseinandergedrängt hat, er befindet sich mit seinem oberen Theile schon ganz im äusseren Integument. Nun beginnt, während die Wurzel klein bleibt, eine mächtige Entwickelung der Stammknospe („Plumula“).

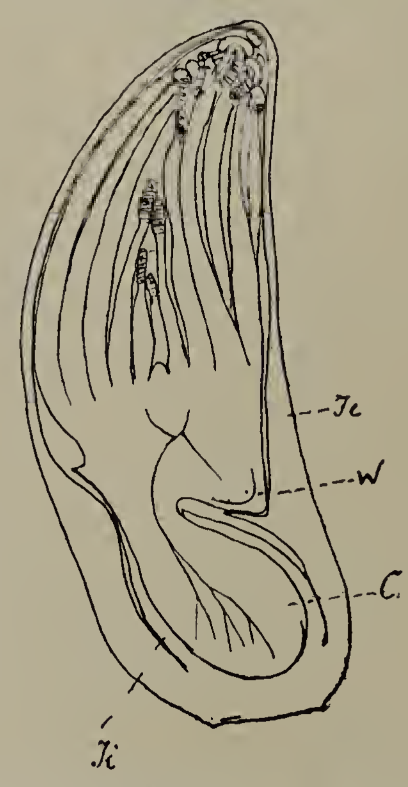


Fig. 8. Längsschnitt durch einen noch nicht fertigen Samen. Ji inneres, Je äusseres Integument, W Wurzel, C Cotyledon.

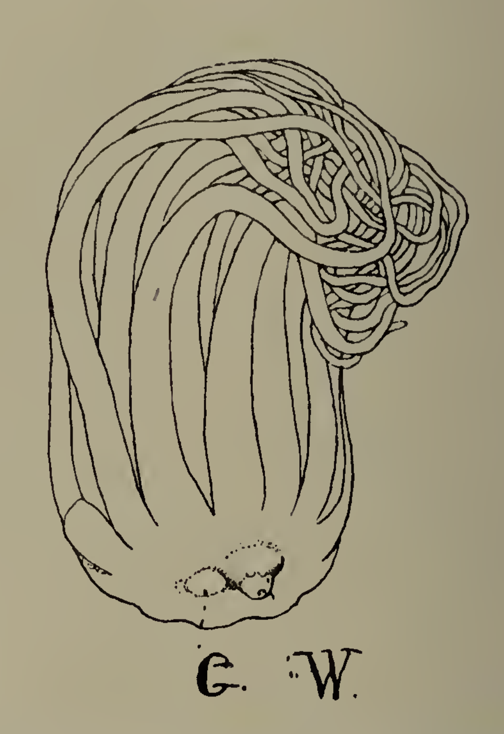


Fig. 9. Cr. ciliata. Von der Samenschale befreiter Embryo. W Wurzel, C Stelle, an der der Cotyledon abgebrochen ist.

Aus dem breiten flachen Vegetationspunkt sprossen eine grosse Anzahl von einfach gestalteten Primärblättern hervor, die von einem einzigen Leitbündel durchzogen sind. Sie wachsen innerhalb des äusseren Integuments heran, das Gewebe desselben verdrängend, mit Ausnahme der resistenteren äusseren Zellschicht; die Blätter sind dabei an ihrer Spitze vielfach eingebogen. Das hypocotyle Glied schwillt zu einem Knöllchen an, an dem seitlich als kleines Spitzchen

die Hauptwurzel hervorragt (vergl. Fig. 8, 9). Die Primärblätter sind offenbar zu submerser Vegetation bestimmt. Sie entsprechen in ihrer einfachen Gliederung etwa den bandförmigen Primärblättern von Sagittaria und Alisma und tragen auf ihrer Unterseite nur wenige vereinzelte

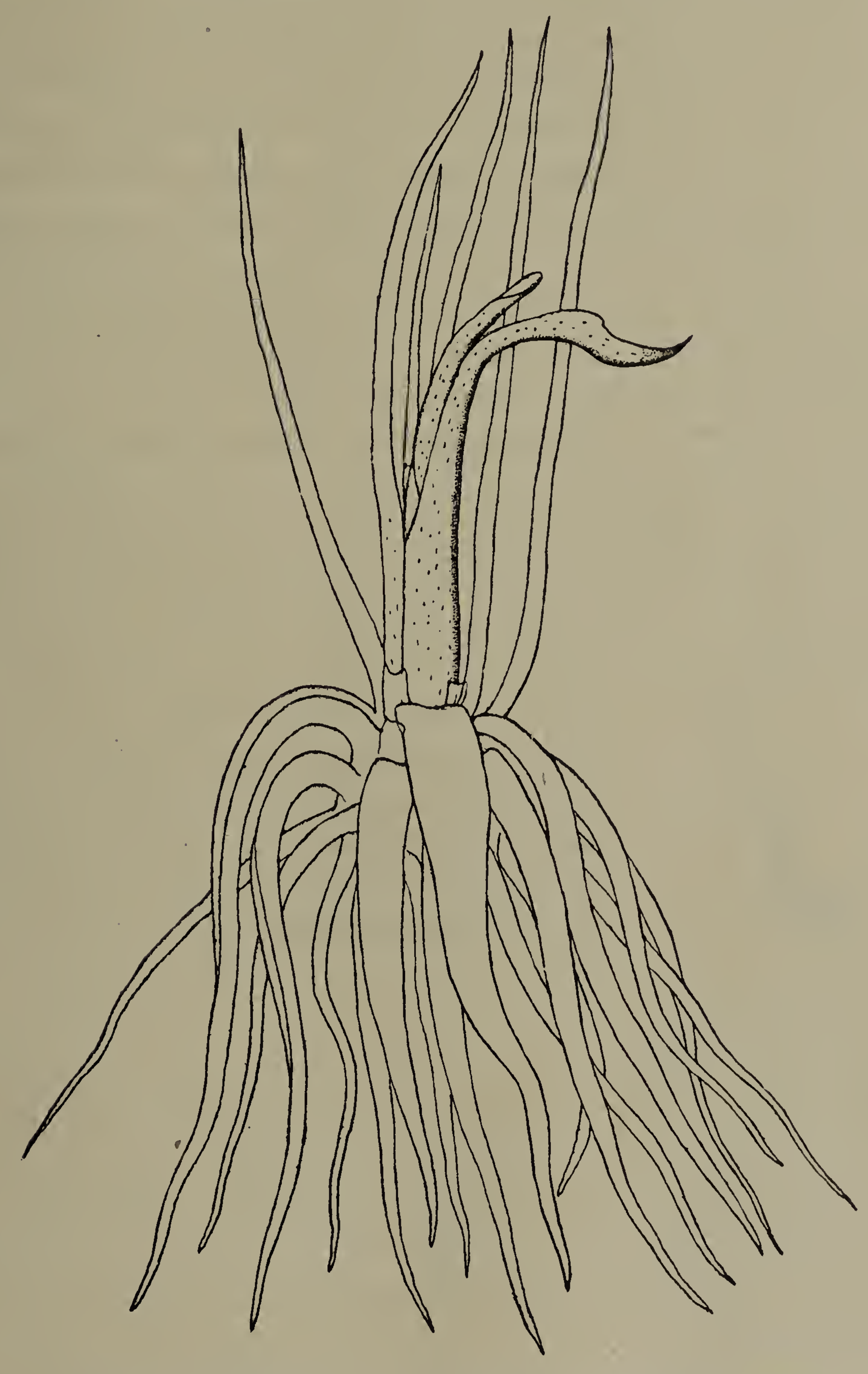


Fig. 10. Keimpflanze von Cryptocoryne ciliata. Vergr.

Spaltöffnungen, vielleicht Wasserspalten, wie sie ja einer Anzahl von Wasserpflanzen zukommen. Sie werden nach innen hin breiter. Noch innerhalb des Samens aber legt der Embryo auch einige Laubblätter

an, die an ihrer derberen Consistenz und ihren eingerollten Spreitenanlagen ohne Weiteres deutlich hervortreten.

Der Cotyledon, welcher unterdessen das Endosperm ganz aufgezehrt hat, löst sich an seiner Anheftungsstelle, die eingeschnürt erscheint, leicht ab (Fig. 9). Der weit entwickelte Embryo ist nun nur noch von dem als dünne Haut erscheinenden Rest des äusseren Integumentes bedeckt. Diese wird durch die Streckung der Blätter natürlich leicht zerrissen, und der Embryo ist ohne Ruheperiode zur Weiterentwickelung bereit. Die Samen und jungen Pflanzen werden vermöge ihres Luftgehaltes ohne Zweifel schwimmen und an jedem Orte, an dem sie angetrieben werden, leicht und rasch sich einwurzeln, da sie in ihren Knöllchen bedeutende Stärkemengen aufgespeichert haben. Die Befreiung von der Samenschale kann offenbar auch innerhalb der verwesten Fruchtwand schon geschehen, aber auch wenn dies ausserhalb erfolgt, kann es keinem Zweifel unterliegen, dass Cryptocoryne in der That sich den „lebendig gebärenden" Pflanzen direct anreiht.

Nach einer Angabe von Crüger habe ich dies früher auch für eine andere Aroïdee, die Gattung Montrichardia, vermuthet. Ich habe seither Gelegenheit gehabt, mich davon zu überzeugen, dass diese Vermuthung nicht richtig war. Montrichardia gehört zu den charakteristischen Bestandtheilen der Ufervegetation an den Rändern der Ströme des Tieflandes von Guyana, wo ich sie im Jahre 1890 in zahlreichen Exemplaren antraf. Sie ragen in Form grosser Stöcke weit über das Wasser hervor; sie zeichnen sich durch ihr schwammiges Gewebe aus. Die gelb gewordenen Früchte lösen sich vom Kolben ab; als „Beeren"



Fig. 11. Montrichardia arborescens, Frucht längs. Der grosse Embryo ist von einer grossentheils sehr dünnen Samenschale (die nur unten rechts stärker entwickelt und dunkel gefärbt ist) umgeben. Der Hohlraum zwischen Samen und Fruchtwand ist in der Natur nicht so gross wie in der nach einem Alkoholpräparat angefertigten Zeichnung.



Fig. 12. Montrichardia arborescens. Junge Samen verschiedener Entwickelung längs.

kann man sie wohl kaum bezeichnen, da sie eine mehr schwammige als fleischige Fruchthülle besitzen. Der sehr grosse Embryo ist von einer braunen, papierdünnen Samenschale umgeben. Die Früchte fallen normal in das Wasser, da die Montrichardiapflanze selbst schon mit ihrem unteren Theile im Wasser steht, und verbreiten sich schwimmend, wobei der Luftgehalt der Fruchthülle beiträgt; übrigens schwimmt auch noch der von derselben befreite Embryo. Die Samenanlagen von Montrichardia haben, wie die Figuren zeigen, ein einziges Integument, die Entwickelung des Samens bietet nichts, was eine eingehendere Beschreibung lohnen würde, hier sollte nur darauf hingewiesen werden, dass Montrichardia nicht vivipar ist.

Dass dies, entgegen der Angabe von Martius, auch für Laguncularia nicht zutrifft, habe ich schon in den „Schilderungen" gezeigt (I pag. 128). Laguncularia racemosa traf ich sowohl auf den westindischen Inseln, als auf dem Festlande in grosser Menge als Bestandtheil der Mangrovevegetation an.[1]) Die in grosser Menge aus dem Boden herauswachsenden „Athemwurzeln" dieser Pflanze sind ungemein auffallend. Die Früchte dieser Combretacee enthalten einen Samen mit grossem, grünem Embryo, der in einer sehr dünnen Samenschale liegt. Isolirt sinkt er unter, die schwammige Fruchtschale dient ihm also als Schwimmorgan. Die Früchte resp. Samen sind sofort keimfähig. Von drei noch nicht ganz reifen Früchten z. B., die ich am 2. Sept. 1890 in St. Thomas abgenommen und in süsses Wasser gelegt hatte, war eine am 4. Sept. untergesunken und keimte, indem das hypocotyle Glied die Fruchtwände nahe dem Kelche durchbohrte. Auch die Papilionacee Drepanocarpus lunulatus (vgl. betreffs des Vorkommens derselben das in den „Schilderungen" Angeführte) besitzt eine schwammige Fruchtschale und einen nur von einer dünnen Samenschale umhüllten chlorophyllhaltigen Embryo, der offenbar einer sofortigen Weiterentwickelung fähig ist. Das „Lebendiggebären" ist, wie ich früher darzulegen versucht habe, nur eine Steigerung des bei Bewohnern feuchter Standorte weitverbreiteten Verhaltens, dass die Keime ohne Ruheperiode sich weiterentwickeln, ein Verhalten, das ich auch jetzt noch als eine directe Wirkung der Standortsverhältnisse betrachte. Für Cryptocoryne am meisten eigenthümlich ist dabei die Rolle, welche das äussere Integument spielt.

1) Auf Curaçao z. B. wuchs Laguncularia im Schlamme, der etwa $1/_2$m hoch mit Seewasser bedeckt war; an den schlammigen Küsten von Guyana bildet sie mit Avicennia officinalis und Drepanocarpus lunulatus oft dichte Bestände, in welchen Tausende der spargelähnlichen Athemwurzeln über den Boden treten.

Morphologische und biologische Bemerkungen.

Von
K. Goebel.

6. Ueber einige Süsswasserflorideen aus Britisch-Guyana.

Mit 6 Textfiguren.

In seiner Abhandlung „Epiphylle Algen nebst einer Pithophora und Dasya aus Neu-Guinea“ (Flora 1897, 83 Bd. p. 324) beschreibt Schmidle eine Süsswasserfloridee aus dem Boássalibache in Neu-Guinea, die er (zusammen mit Askenasy) als Dasya Lauterbachii bezeichnete. Diese a. a. O. auch abgebildete Alge erinnerte mich sofort an eine Floridee, welche ich vor sieben Jahren an einer von dem Fundort der „Dasya Lauterbachii“ weit entlegenen Stelle der Erde, in Britisch-Guyana, gefunden hatte. Da nun das Vorkommen der Süsswasserflorideen ein Problem von allgemeinerem Interesse bietet, so mag es gestattet sein, meine früher gegebene Notiz[1]) hier etwas ausführlicher zu wiederholen.

Zunächst handelt es sich um Florideen, welche ich an der Mündung des Barima (Barima Point) auf einer der mit Herrn E. Im Thurn unternommenen Excursionen antraf. Sie wuchsen an den Mangrowewurzeln und zwar bis zu der Höhe, bis zu welcher diese bei Fluth unter Wasser sind, auch an anderen dort vorkommenden Sumpfpflanzen. Diese Florideen haben eine eigenthümliche dunkle Färbung, etwa der von Frullania dilatata entsprechend. Sie sind während eines grossen Theiles des Tages von Wasser entblösst, ähnlich wie dies ja auch bei manchen Fucaceen der Fall ist.

Das Meerwasser ist, wie schon früher hervorgehoben, an den Flussmündungen in Guyana ziemlich weit in die See hinaus vollständig süss, es wird getrunken und hat, wie ich mich überzeugte, an dem betreffenden Standort nicht den geringsten salzigen Geschmack. Bei den grossen Wassermengen, welche die mächtigen Ströme Guyanas der See zuführen, ist dies auch nicht zu verwundern. Es kamen mit den genannten Algen zusammen gelegentlich auch Lebermoose vor, bei denen salzertragende Formen nicht bekannt sind. Die gefundenen Arten hatte ich früher nach der Bestimmung eines auswärtigen Algologen als Delesseria (Caloglossum) Leprieurii, Lomentaria impudica und

1) Pflanzenbiologische Schilderungen II, p. 219.

Bostrychia radicans bezeichnet; eigene Untersuchung ergab später, dass statt der genannten Bostrychia-Art zwei andere vorhanden waren, nämlich Bostr. Moritziana und Bostr. callipteris.

Montagne[1]) hat diese Formen (auf die Speciesbenennung der Bost. Moritziana komme ich unten zurück) aus den Sammlungen von Leprieur aus Cayenne früher beschrieben. Delesseria Leprieurii ist eine weit verbreitete Form, sie wächst auch in Nordamerika und Neuseeland und ist für gewöhnlich, wie es scheint, eine Brackwasserbewohnerin, indes ist mir wahrscheinlich, dass sie auch in Cayenne im süssen Wasser wächst. Sicher der Fall ist dies mit der von Karsten[2]) in Bächen auf Amboina entdeckten Del. amboinensis. Bostrychia Moritziana kannte Montagne nur aus Gebirgsbächen von Cayenne. Er knüpft daran die Frage „comment donc expliquerons — nous maintenant ce curieux fait de station phycologique? J'avoue que cela me semble impossible dans l'état actuel de la science. Si une seule de ces espèces vivait dans la mer qui baigne les côtes de la Guyane, on pourrait s'ingénier à rechercher comment et par quelle voie ses spores on séminules sont arrivées à franchir un aussi long trajet, et ont pu conserver la faculté de germer, de végéter et de se reproduire dans des conditions si différentes. Mais ces espèces sont toutes nouvelles, et à moins d'admettre que leur structure et leur forme ont pu être modifées par cette station inusitée pour ainsi dire anormale, on ne saurait les rapporter à aucune des trois congenères qui croissent à Cayenne où remonte la marée."

Diese Schwierigkeit ist nun beseitigt. Bostr. Moritziana ist nämlich in der That eine Form, die an der Küste und im Binnenlande wächst. Ich fand sie mit der Podostemee Oenone Imthurni[3]) zusammen in den von der Küste weit entfernten Katarakten des Amakooroo. Sporen oder Fragmente der Floridee können zunächst von der Küste her mit der Fluth stromaufwärts gelangen und durch Wasserthiere, Vögel etc. weiter verbreitet werden. Es kann also keinem Zweifel unterliegen, dass hier wirklich eine Einwanderung vom Meere her stattgefunden hat. Die Florideen haben sich zunächst dem Leben im Brackwasser angepasst, dann dem nur sehr wenig

1) Montagne, Cryptogamia Guyanensis Ann. de sc. nat. III. sér. t. 14, 1850 (Note sur la station insolite de quelques floridées dans les eaux douces et courantes des ruisseaux des montagnes à la Guyane).

2) G. Karsten, Delesseria amboinensis (Caloglossa Harv.), eine neue Süsswasserfloridee, Bot. Zeit. 1891 p. 265.

3) Vergl. Pflanzenbiol. Schild. p. 376.

salzigen und schliesslich ganz süssen Wasser an der Mündung grosser Ströme, und waren nun befähigt, auch in die Ströme weiter aufwärts zu dringen. Wie es scheint, haben sie sich dort nur an Stellen mit starker Wasserbewegung ansiedeln können, die an der Küste durch den wechselnden Wasserstand und die zeitweilige Freilegung ersetzt wird. Einen derartigen Vorgang dürfen wir wohl auch für die anderen Süsswasserflorideen annehmen, nur dass wir bei Batrachospermum und Lemanea die Salzwasserformen, von denen sie ausgegangen sind, nicht mehr kennen.

Was nun B. Moritziana anbelangt, so ist dieselbe ausser in Südamerika auch von den Antillen bekannt.[1]) Agardh hat unter diesem Namen gewiss mit Recht drei von Montagne als Bostr. leptoclada, B. monosiphonia und B. cornigera bezeichnete Formen vereinigt, welche ich durch die Güte des Herrn Dr. E. Bornet grösstentheils zur Untersuchung erhielt. Es sind dies die von Leprieur in verschiedenen Flüssen von Französisch-Guyana theilweise in einer Meereshöhe von 100—150 m [1]) gesammelten Formen, eine Thatsache, die uns zeigt, dass die Einwanderung von der See aus an den verschiedensten Stellen der Küste von Guyana vor sich gegangen sein muss. Zusammen mit dieser Bostrychia kommt theilweise auch eine Lemanea vor (Gymnogongrus amnicus Mont.). Ausser Batrachospermum bleiben für die Flüsse von Guyana somit von Süsswasserflorideen nur noch übrig die beiden der Aufklärung sehr bedürftigen „Ballia“-Arten, B. Leprieurii Ktzg. und B. pygmaea Mont.

Warum nun, soweit wir bis jetzt wissen, von den oben genannten vier Florideenformen nur eine stromaufwärts gewandert ist,[3]) ist zunächst räthselhaft, es scheint mir aber gar nicht unwahrscheinlich, dass eine oder die andere, z. B. Delesseria, noch gefunden werden wird; ist doch unsere Kenntniss der interessanten Stromflora von Guyana noch eine sehr unvollkommene.

Charakteristisch ist für die in Rede stehende Florideengenossenschaft, dass alle ihre Vertreter besonders ausgebildete Haftorgane besitzen.

---

1) Vgl. Kützing, Species Algarum p. 838. Agardh, Species, genera et Ordines floridearum Vol. II p. 862.

2) Karsten fand seine Del. amboinensis gleichfalls in Bächen, oft mehrere hundert Fuss über dem Meere, er hebt deren Verwandtschaft mit Del. Leprieurii hervor.

3) In Nordamerika geht Del. Leprieurii nach Harvey (Nereis boreali Americana p. 98, 99) weit in die Flüsse, z. B. in den Hudson, hinauf; es wäre festzustellen, wie es sich dort mit dem Salzgehalt verhält.

Am einfachsten sind dieselben bei Delesseria Leprieurii.[1]) Sie stellen hier auf der Unterseite an ganz bestimmten, auf der Abbildung (Fig. 1) ersichtlichen Stellen entspringende Haarwurzelbüschel dar. Die einzelnen Haarwurzeln sind durch eine (bei den todten Exemplaren) röthlich gefärbte Zwischenmasse zusammengehalten und das ganze Haftorgan bildet so — zumal es Anfangs als ein einheitlicher Höcker wächst — eine Art Uebergang zu den mehrzelligen Haftorganen, wie sie sich z. B. bei Polyzonia jungermannioides finden.[2]) Die letzteren kann man als durch „congenitale Verwachsung" eines Haarwurzelbüschels zu stande gekommen betrachten. Haben wir hier also eine Annäherung an die Wurzelbildung höherer

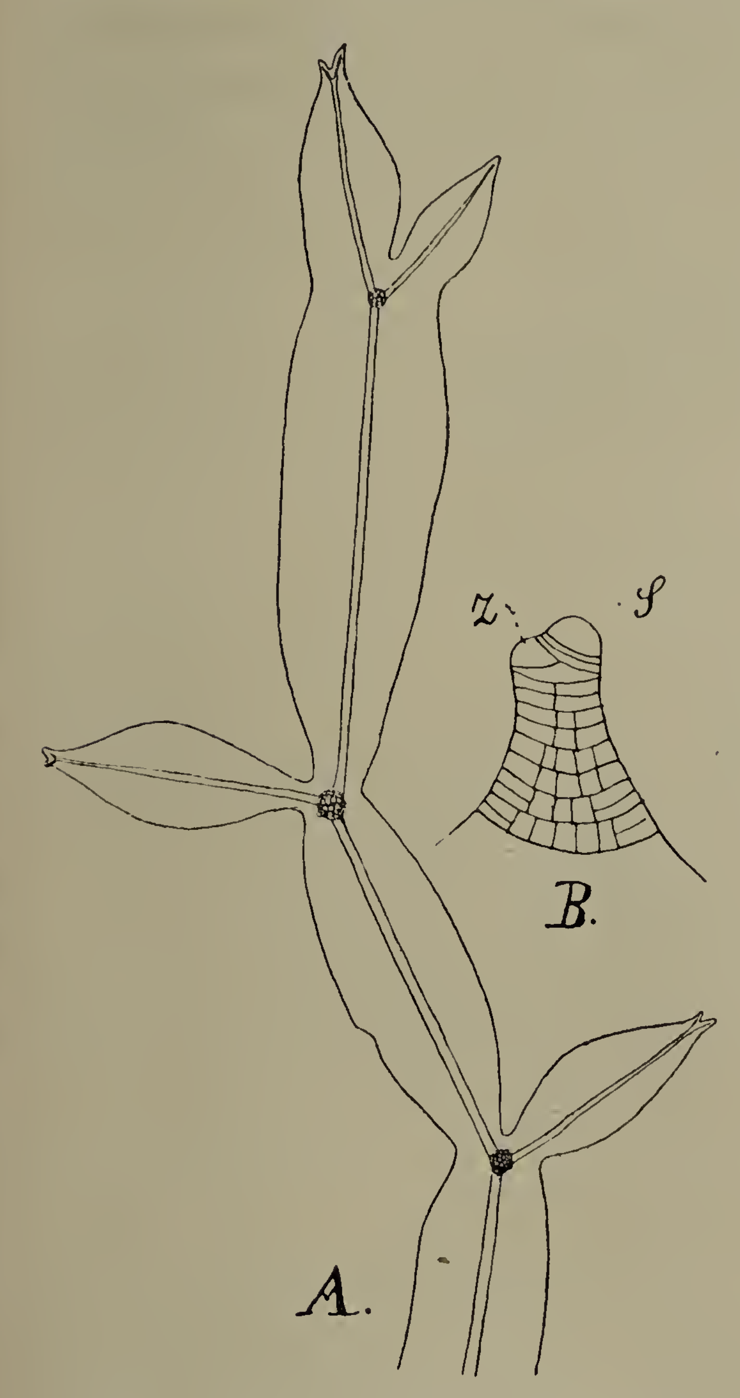


Fig. 1. Delesseria Leprieurii. *A.* Habitusbild (vergr.) (von unten gesehen); die Haftorgane sind unterhalb der Verzweigungsstellen sichtbar. *B.* Vegetationspunkt (stärker vergr.), *S* Scheitelzelle, *Z* Zweiganlage.



Fig. 2. Junger Haftwurzelbüschel von Del. Leprieurii in Oberansicht stärker vergr.

Pflanzen durch Combination eines Büschels einzelliger Haarwurzeln,[3]) so sind die Haftorgane der andern besprochenen Florideen wesent-

1) Ueber den Aufbau derselben verweise ich im übrigen auf die eingehende Arbeit von Cramer.

2) Vgl. Goebel, Ueber die Verzweigung dorsiventraler Sprosse (Arb. a. dem bot. Inst. Würzb. II. Bd. p. 363 Taf. I, Fig 3).

3) Bei Del. amboinensis finden sich einzeln stehende Haftwurzeln.

wesentlich anderer Natur. Sie bestehen nämlich aus umgewandelten Zweigen, die an ihrer Spitze Haftwurzeln entwickeln, die vielfach als Haftscheibe dem Substrate anliegen. Mit dieser geänderten Funktion hängt auch eine Aenderuug der Stellung dieser „Wurzelzweige“ (die biologisch und morphologisch ganz den Wurzelträgern der Selaginellen oder den Flagellenästen des Leebermooses Mastigobryum entsprechen)

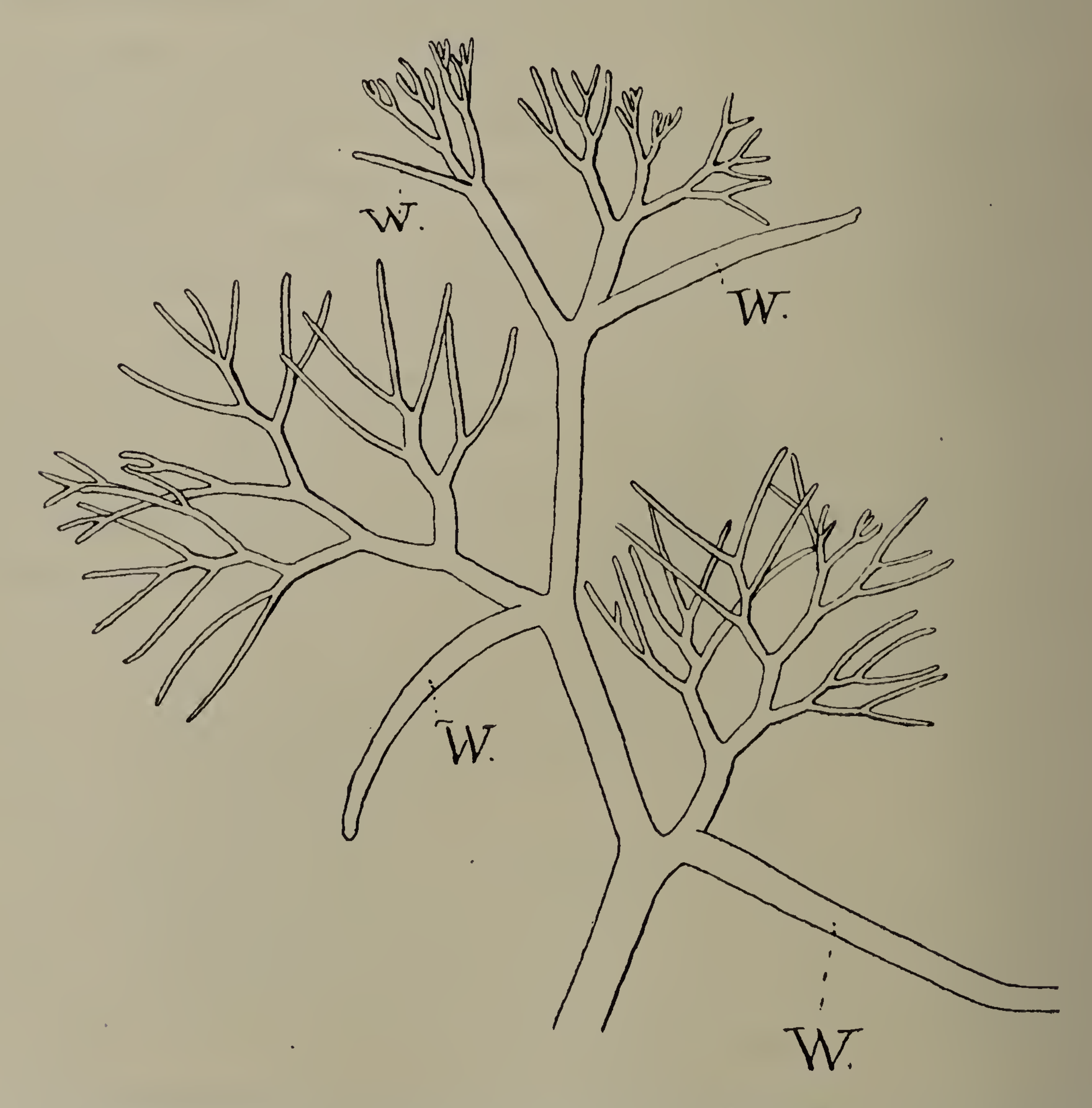


Fig. 3. Habitusbild eines Stückes von Bostrychia Moritziana. *W* Wurzelzweige.

zusammen. Sie erscheinen nämlich auf die Unterseite des Verzweigungssystemes verschoben; das ganze Sprosssystem gewinnt so einen dorsiventralen Charakter, etwa wie ein kriechender Phanerogamenstamm, der auf seiner Unterseite Wurzeln entwickelt.

Es liegt mir ferne, in dieser Notiz auf Einzelheiten des Zellenaufbaues eingehen zu wollen, wohl aber möchte ich die erwähnte Organbildung hier kurz besprechen, da sie mir ein lehrreiches Beispiel zu sein scheint für die Art und Weise, wie im Zusammenhang mit

der Arbeitstheilung am Pflanzenkörper Anisomorphie und Anisotropie der Organe zu stande kommt.

Bostrychia Moritziana ist fiederig verzweigt, die einzelnen Fiedern gehen nach oben hin in Zellreihen aus, während die Hauptachse und die stärkeren Fiederachsen Zellkörper sind. Auch die Hauptachse endigt aber in eine Zellreihe. Die Fiederzweige haben ein begrenztes Wachsthum, sie stellen Kurztriebe verschiedener Ordnung dar, die auf einem früheren oder späteren Entwickelungsstadium stehen bleiben. (Vergl. Fig. 3 u. 5.) Untersucht man die Verzweigung am Scheitel, so erscheint sie als eine gabelige. Indes ist sie in Wirklichkeit doch eine monopodiale, nur entsteht der Seitenzweig in der Scheitelzelle dadurch,

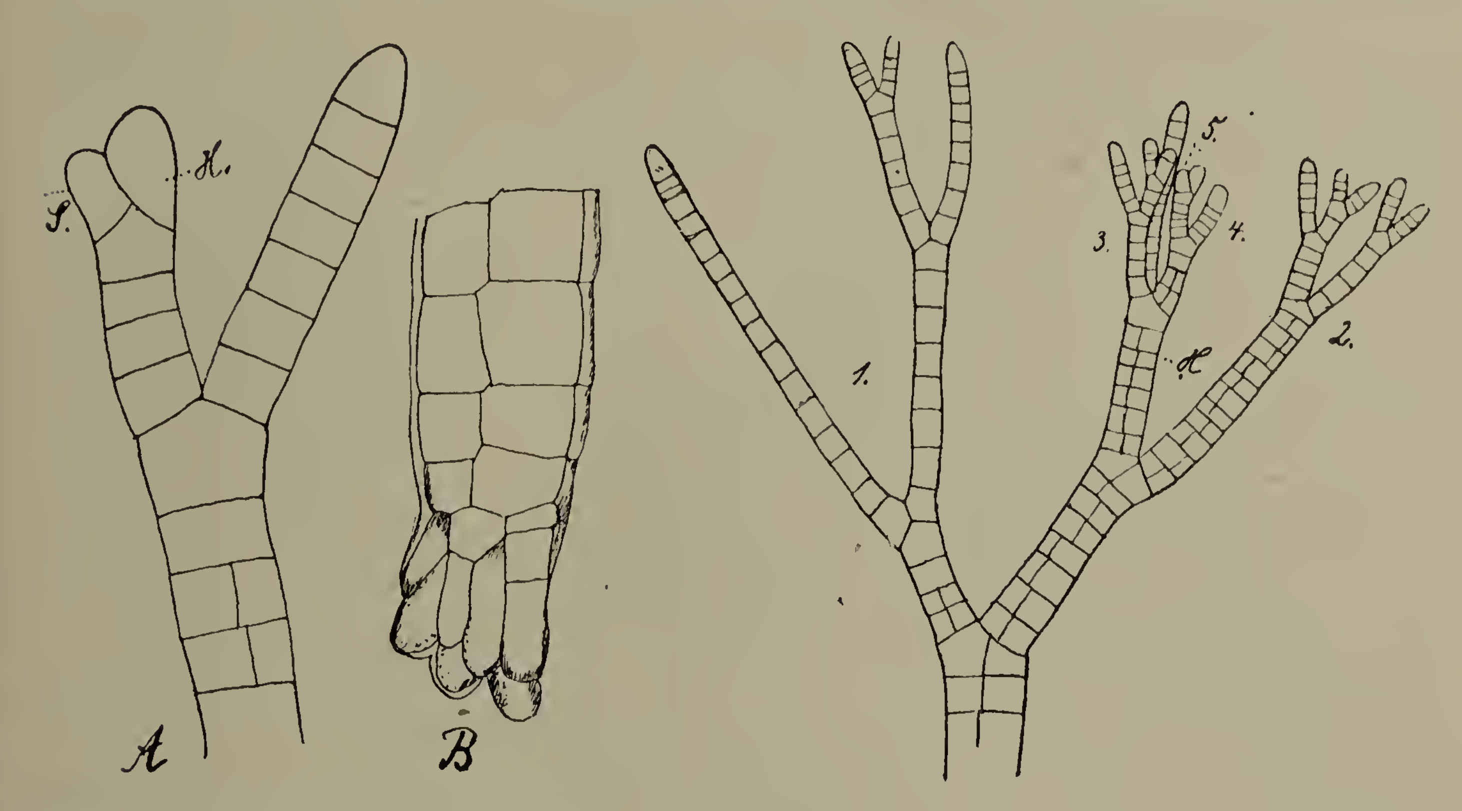


Fig. 4. Bostrychia Moritziana. *A* Ende einer Hauptachse, *S* Anlage eines Seitenzweiges. *H* Fortsetzung der Hauptachse. *B* Ende eines Wurzelzweiges, das in ein Büschel von Haftorganen auswächst.

Fig. 5. Bostr. Moritziana. *H* Hauptachse, 1, 2, 3, 4, 5 Seitenzweige.

dass durch eine weit hinaufreichende Wand ein Stück abgeschnitten wird, das zum Zweig auswächst und sich zunächst ebenso kräftig entwickelt als die Fortsetzung des Hauptsprosses, welche zur Seite gedrängt wird.[1]) Derselbe Vorgang wiederholt sich bei der Verzweigung

1) Analog, nur nicht so dichotomieähnlich, ist, wie Fig. 1*B* zeigt, die Verzweigung bei Delesseria Leprieurii; bei zahlreichen anderen Algen finden sich ähnliche Verhältnisse.

der einzelnen Glieder, abgesehen von denen, die zur Bildung von Haft- oder Fortpflanzungsorganen bestimmt sind. Die Pflanzen sind an dem Substrate festgewurzelt durch besondere unverzweigt bleibende Thallusglieder, die an ihrem Scheitel die Rhizoiden hervorbringen. Diese in der Figur mit *W* bezeichneten Zweige haben einen andern Bau und eine andere Wachsthumsrichtung als die vegetativen Zweige; sie sind nämlich im fertigen Zustande bis zum Scheitel Zellkörper (angelegt werden auch sie als Zellreihen) und wenden sich dem Substrate zu, sie erscheinen früh schon auf der Unterseite der Zweige inserirt, der ganze Vegetationskörper gewinnt dadurch den Charakter

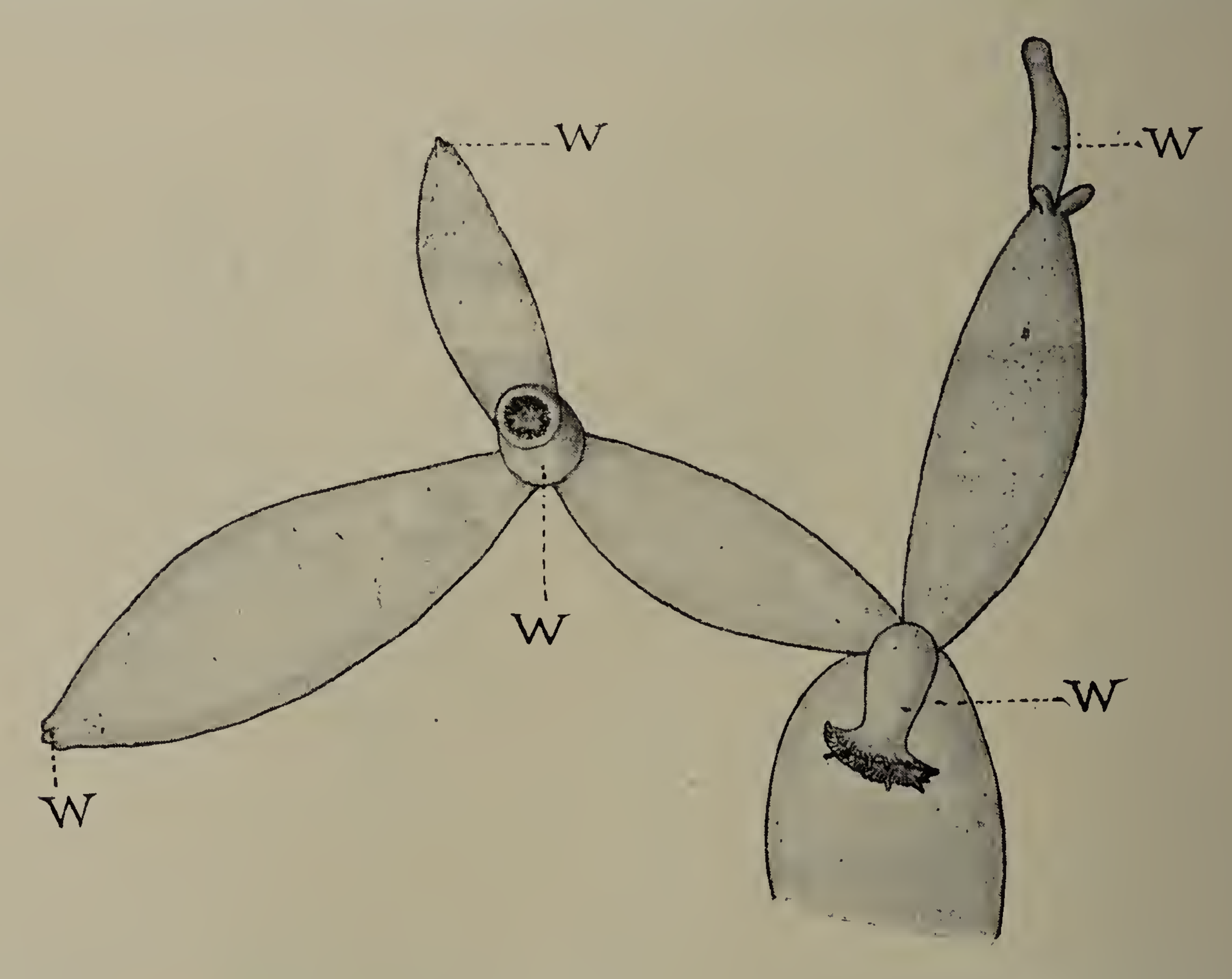


Fig. 6. Lomentaria impudica. 16mal vergr. *W* auf der Thallusunterseite entspringende „Wurzelzweige".

eines dorsiventralen Sprosssystems, auf dessen Unterseite Wurzeln sich befinden. Diese stellen meist den basalen Ast eines der Assimilationskurztriebe dar. Uebrigens ist zu bemerken, dass die Verzweigungsebenen der Assimilationssprosse nicht immer zusammenfallen. Ausser dieser Sprossumbildung kommt noch eine andere vor: einzelne, gleichfalls unverzweigt bleibende Sprosse werden zu keulenförmigen Zellkörpern (Stichidien), welche die Tetrasporen hervorbringen. Cystocarpien tragende Exemplare kamen nicht zur Beobachtung. Die Haftorgane entstehen hier ganz unabhängig von äusseren Reizen, während z. B.

bei Plocomium coccineum (vergl. die Abbildung in meiner „Entwickelungsgeschichte, Schenk's Handbuch III, 1 pag. 153), diejenigen Sprosse deren noch wachsthumsfähige Spitze mit dem Substrate in Berührung kommt, sich zu Haftorganen entwickeln.

Bostrychia callipteris, die im übrigen einen andern Aufbau des Vegetationskörpers zeigt als B. Moritziana, hat ganz ähnliche Haftorgane wie diese.

Bei Lomentaria impudica (Fig. 6 *W*) sind die Haftsprosse von Anfang an deutlich auf der Unterseite (Schattenseite) inserirt, sie besitzen hier nicht selten Auswüchse und befinden sich an ganz bestimmten Stellen, nämlich zwischen zwei Seitenzweigen.

Herr Prof. Schmidle, dem ich meine Vermuthung mittheilte, dass die von ihm und Askenasy als „Dasya Lauterbachi" beschriebene Süsswasserfloridee aus Neu-Guinea mit Bostr. Moritziana identisch oder doch nahe verwandt sei, hatte die Güte, mir einige Präparate dieser Alge zuzusenden. Diese bestätigen meine aus Schmidle's Beschreibung gewonnene Vermuthung, dass diese Form mit der oben näher beschriebenen verwandt sei. Zunächst endigt auch hier die Hauptachse in eine Zellreihe, die erst weiter unten durch Längstheilungen polysiphon wird. Auch die Art, wie die Zweige pseudodichotom angelegt werden, stimmt mit dem von Bostr. Moritziana beschriebenen Modus überein, ebenso die Bildung der Stichideen.

Ausserdem aber finden sich auch Verschiedenheiten, die es wahrscheinlich machen, dass es sich um eine verwandte, nicht aber eine identische Art handelt. Die Neu-Guinea-Alge ist viel schmächtiger, der amerikanischen gegenüber gewissermaassen verarmt. Sie hat nur vier peripherische Zellen am Stämmchen, die andere meist die doppelte Zahl. Die Kurztriebe sind hier monosiphon, bei B. Mor. besitzen sie fast immer eine polysiphone Hauptachse. Die Wurzelzweige sind zwar öfters vorhanden — sie stellen dar, was Schmidle als „Stummel" bezeichnet hat —, aber sie sind rudimentär geworden und dienen in den untersuchten Präparaten nicht mehr als Haftorgane, während man gelegentlich aus der Spitze eines monosiphonen Astes Haftorgane hervorgehen sieht. Indes kann ich die Frage nach der systematischen Stellung den Algologen von Fach überlassen. Mir kam es darauf an zu zeigen, dass an weit von einander entfernten Stellen der Erde nahe verwandte Florideenformen sich dem Süsswasserleben angepasst haben — Delesseria amboinensis in Amboina, Del. Leprieurii in Guyana, Bostrychia (Dasya) Lauterbachi in Neu-Guinea, B. Moritziana in Guyana, und dass wir bei letzterer die Art und Weise der Ein-

wanderung noch heute verfolgen können.[1]) Es zeigt uns dies wieder, dass die Anpassungsfähigkeit begründet ist in der Beschaffenheit des Protoplasmas einerseits und in der Combination der äusseren Verhältnisse andererseits, nicht in dem Erhaltenbleiben zufällig aufgetretener nützlicher Variationen.

München, im März 1897.

Morphologische und biologische Bemerkungen.

Von

K. Goebel.

7. Ueber die biologische Bedeutung der Blatthöhlen bei Tozzia und Lathraea.

Mit 7 Textabbildungen.

Bekanntlich besitzen die schuppenförmigen Blätter von Lathraea squamaria und L. Clandestina einen höchst eigenthümlichen, oft beschriebenen Bau. „Aeusserlich betrachtet stellen sie zwar scheinbar einfache, fleischige Schuppen dar, in Wirklichkeit ist der Rand der Schuppe gar nicht der Blattrand und ihre Spitze gar nicht die Blattspitze, vielmehr ist die Blattoberseite nach unten eingekrümmt, so dass eine Höhlung entsteht, welche nur durch eine enge Spalte an ihrer Basis mit der Aussenwelt in Verbindung steht und von welcher aus verschiedene Kanäle tiefer in das fleischige Blattgewebe eindringen. Die scheinbare Ober- und Unterseite des Blattes wird also allein von der Oberseite gebildet.“ Wie mir die Untersuchung von Keimpflanzen zeigte,[1]) tritt diese eigenartige Bildung schon sehr frühe auf, die ersten Blätter der Keimpflanze sind noch einfache Schuppen, die folgenden haben schon eine grosse Höhlung, die bei den weiterhin auftretenden dann die verwickeltere, oben kurz geschilderte Gestalt annimmt. Nun liegt natürlich die Frage nahe, welche Bedeutung diese Blattgestaltung für den Haushalt der Pflanze habe. An dem oben angeführten Orte habe ich beiläufig darauf hingewiesen, dass hier einer der so häufig und in verschiedener Ausführung sich findenden Fälle von Oberflächenverringerung vorliege; auf den etwaigen Nutzen derselben wurde nicht näher eingegangen, sondern nur her-

---

1) Für Delesseria amboinensis vermuthet Karsten (a. a. O. p. 240), dass bei der Hebung der Insel eine langsame Aussüssung der Standorte stattfand. Von Interesse ist, dass in den Bächen Amboinas auch Thierformen vorkommen, die bisher nur als Meeresbewohner bekannt waren.

2) Pflanzenbiolog. Schilderungen II, p. 15.

vorgehoben, dass durch diesen Bau den unterirdischen Rhizomsprossen das Vordringen im Boden erleichtert werde, während andererseits für die Ablagerung der Reservestoffe in dem massigen, aber mit kleiner Oberfläche versehenen Blatt Raum genug vorhanden ist.

Die Untersuchung von Tozzia alpina veranlasst mich auf die Frage zurückzukommen. Dass Lathraea nicht, wie noch neuere Systematiker behaupten, in die Verwandtschaft von Orobanche, sondern in die der Rhinantaceen gehört, hat Solms-Laubach schon vor mehr als 30 Jahren nachgewiesen und Heinricher neuerdings wieder eingehend betont. Es kann wohl niemand darüber im Zweifel sein, der die Morphologie von Lathraea genauer untersucht[1]) und Tozzia bietet geradezu eine demonstratio ad oculos. Namentlich die Blattbildung von Tozzia bietet, wie auch Hovelacque[2]) — der übrigens Lathraea auch zu den Orobanchen stellt — hervorhebt, geradezu einen Uebergang von dem gewöhnlichen Rhinantaceenblatt zu dem von Lathraea.

Tozzia besitzt oberirdische Laubblätter und unterirdische Schuppenblätter, die, wie bei Lathraea, decussirt angeordnet sind.

Fig. 1 zeigt ein solches Blatt vergrössert, links von der Ober-, rechts von der Unterseite. Man sieht an der letzteren Abbildung ohne Weiteres, dass die Ränder (einschliesslich des apikalen Theiles des Blattes) nach unten eingeschlagen sind, es entsteht dadurch eine unter diesen eingeschlagenen Rändern befindliche Blatthöhle, die aber viel einfacher gebaut ist, als die von Lathraea, namentlich fehlen die in die Blatthöhle mündenden Gruben.

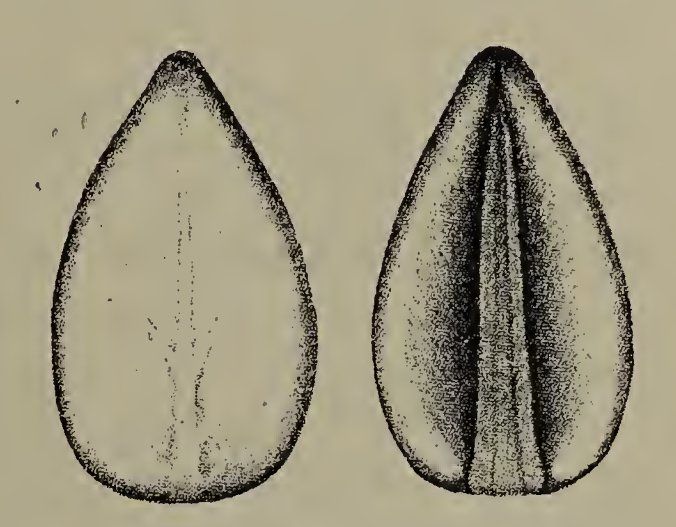
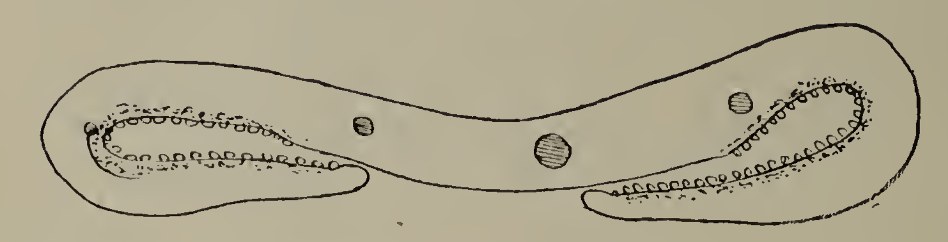

Fig. 1. Tozzia alpina. Schuppenblatt, links von oben, rechts von unten.

Fig. 2 gibt einen Querschnitt durch den mittleren, Fig. 3 durch den oberen Theil des Blattes, beide zeigen Verschiedenheiten von einander, auf die unten zurückzukommen sein wird. Zunächst sei erwähnt, dass auch die Laubblätter in der Knospenlage den Rand nach unten zurückgekrümmt zeigen; beim entfalteten Blatt ist nur an der Blattspitze noch die Einkrümmung vorhanden. Die Rhizom-

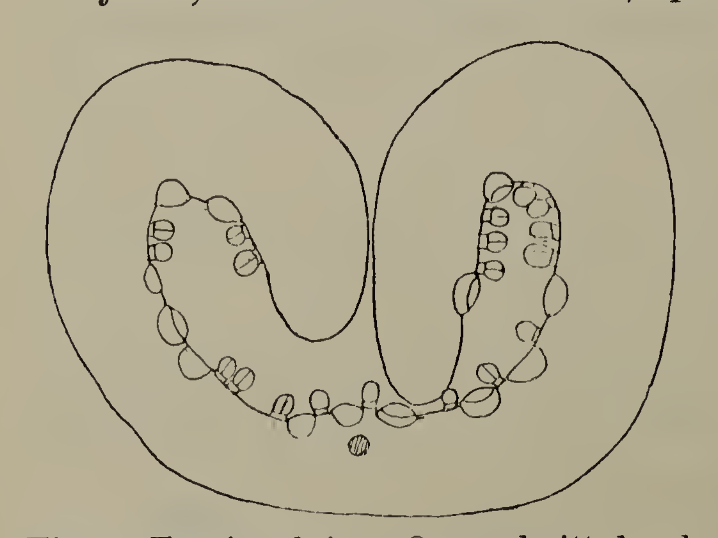
1) Namentlich ist auch die Haustorienbildung am Embryosack eine bei den Rhinanthaceen wie es scheint allgemein verbreitete Erscheinung.

2) Hovelacque, Recherches sur l'appareil végétatifd es Bignoniacées, Rhinantherées, Orobanchées et Utriculariées, Paris 1888, pag. 469.

blätter haben also eigentlich nur ein Verhältniss beibehalten und etwas stärker ausgebildet, das bei den Laubblättern gleichfalls in der Anlage vorhanden ist.


Fig. 2. Tozzia alpina. Querschnitt durch die mittlere Region eines Schuppenblattes.

Für die Function der Blatthöhlen kommen nun namentlich in Betracht die in denselben vorhandenen beiden Drüsenformen, die in sehr grosser Anzahl die Oberfläche der Blatthöhle auskleiden. Schon Meyen[1]) hat sie unterschieden, später wurden dieselben als Schilddrüsen und Köpfchendrüsen bezeichnet. Beide sind zwar im Grunde nach demselben Typus gebaut, aber im fertigen Zustand auffallend von einander verschieden schon durch ihre Lage: die Schilddrüsen dem Gewebe eingesenkt, die Köpfchendrüsen gestielt und über dasselbe emporgehoben. Ehe wir auf den Bau beider Drüsenformen näher eingehen, muss zunächst ihre Verbreitung erwähnt werden. Sie finden sich zunächst bei Tozzia nicht nur auf den Schuppenblättern, sondern auch auf den Laubblättern, die Schilddrüsen zusammen mit Köpfchendrüsen nur auf der Unter-, die Köpfchendrüsen allein auch auf der Oberseite. Betreffs der anatomischen Einzelnheiten verweise ich auf Hovelacque's Darstellung. Hier sei nur hervorgehoben, dass auf der Blattunterseite die Anordnung der Drüsen eine ganz charakteristische ist. Sie fehlen auf dem mittleren Theile der Blattfläche, finden sich aber längs der Ende der Blattnerven gegen den Blattrand zu (vgl. Fig. 4). Auf durchsichtig gemachten Blättern sieht man leicht, dass die Drüsen unmittelbar über oder ganz wenig seitlich von den Gefässbahnen liegen. Ueber den freien Endigungen der Leitbündel fehlen die Drüsen meist (aber nicht immer, wie Hovelacque angibt). Am dichtesten gedrängt stehen sie gegen die Blattspitze hin, wo auch die Blattnervenmaschen am


Fig. 3. Tozzia alpina. Querschnitt durch den oberen Theil eines Schuppenblattes.

1) Meyen, Phytotomie (1830) § 227. Man vergleiche die von Scherffel (Die Drüsen in den Höhlen der Rhizomschuppen von Lathraea squamaria L. in Mittheilungen des botanischen Instituts in Graz, herausgeg. von Leitgeb, V. Bd.) gegebene Litteraturübersicht.

engsten sind; dort treten auch die Tracheidenerweiterungen an den Blattenden am auffallendsten hervor und hat die Epidermis eine andere Ausbildung als sonst am Blatte. Ehe wir damit die Rhizomblätter vergleichen, sei noch daran erinnert, dass auch andere Rhinanthaceen dieselben Drüsenformen auf ihren Laubblättern zeigen; die Schilddrüsen sind überall auf der Unterseite, längs der feineren Nerven, angeordnet. Es ist charakteristisch, dass sie bei den Pedicularisarten [1]), welche nasse Standorte bewohnen, ganz besonders zahlreich sind; so bei Pedicularis palustris, von der Hovelacque angibt (a. a. O. pag. 464): „Seulement, la majeure partie de la surface inférieure du lobe est couverte de glandes elliptiques, tellement grandes et tellement saillantes, qu'elles se touchent pardessus les cellules épidermiques qui les séparent".



Fig. 4. Tozzia alpina. Stück eines durchsichtig gemachten Blattes von der Unterseite. Die Leitbündel als verschieden dicke Linien eingezeichnet, die Schilddrüsen durch Kreise angedeutet, an einer Stelle sind auch die Köpfchendrüsen angedeutet.

Sehen wir nun einen Querschnitt durch ein Rhizomblatt von Tozzia an (Fig. 2), so leuchtet ohne Weiteres ein, dass das Blatt an den Stellen eingeschlagen ist, wo sich die Drüsen, speciell die Schilddrüsen, befinden, was doch wohl nicht ein zufälliges Zusammentreffen sein kann; teleologisch gesprochen, handelt es sich offenbar darum, die Drüsen in eine geschützte Lage zu bringen. Unterhalb des drüsentragenden Theiles der Blattunterseite befindet sich ein kleinzelliges mit Intercellularräumen versehenes dünnwandiges Gewebe; in diesem und an diesem verlaufen auch die Nervenäste. Der Hauptttheil des Blattes ist von dem Speichergewebe für die Reservestoffe eingenommen. Die Tracheiden der Blattnerven,

---

1) Die Basalzelle der Schildhaare (c Fig. 6) ist bei Pedicularis nicht getheilt, oben sind nur zwei, nicht wie bei Tozzia und Lathraea vier Zellen.

resp. die erweiterten Speichertracheiden, verlaufen oft unmittelbar unter der kleinzelligen Schicht, welche die Schilddrüsen von dem übrigen Blattgewebe trennt (Vgl. Fig. 5).

Nach dieser etwas langathmigen, aber zur Begründung meiner Auffassung der biologischen Bedeutung der Blatthöhlenbildung unentbehrlichen anatomischen Einleitung soll zur Besprechung der Frage übergegangen werden, was die Blatthöhlen der Pflanzen und die hier liegenden Drüsen leisten können. Die Antwort darauf ist verschieden ausgefallen, wobei man sich fast ausschliesslich an Lathraea gehalten hat.[1])

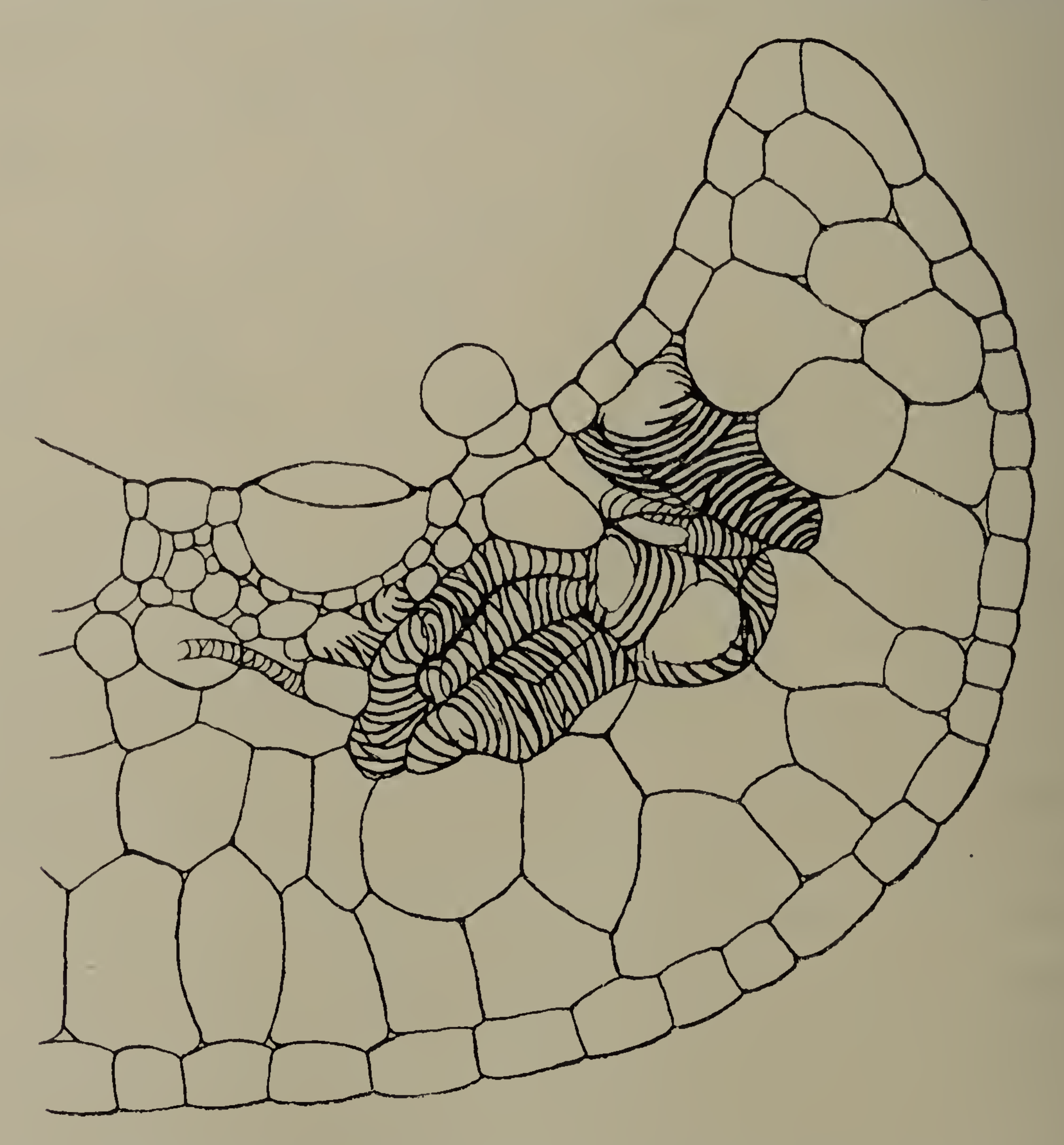


Fig. 5. Tozzia alpina. Stück eines Blattquerschnittes nahe am Rande eines Schuppenblattes. Es ist eine der tracheidalen Erweiterungen der Leitbündelenden getroffen, eine Schilddrüse und eine Köpfchendrüse.

1. Bowman glaubte, die Köpfchendrüsen vertreten die Stelle der Respirationsorgane, sie seien durch ihre Lage in den Gruben geschützt; Duchartre spricht dieselbe Function den Schilddrüsen zu — beides Vermuthungen, die ohne Weiteres als unbegründet sich darstellen.

---

1) Vgl. die Litteraturangaben bei Scherffel a. a. O.

2. Meyen betrachtet die Schilddrüsen als Organe der Absonderung von Calciumcarbonat.
3. Cohn hat zuerst die Frage angeregt, ob Lathraea nicht etwa eine insektenfressende Pflanze sei, hat dieselbe aber verneint, dagegen die Vermuthung ausgesprochen, dass vielleicht die Drüsen Sekrete absondern, welche Humusbestandtheile löslich machen. Mit Recht hat Krauss dagegen auf das Vorkommen derselben Drüsen bei den Laubblättern anderer Rhinanthaceen hingewiesen.
4. Trotzdem haben Kerner und Wettstein auf Grund irriger und oberflächlicher Annahmen Lathraea für eine Insektivore erklärt, worüber nach den Untersuchungen von Scherffel, Heinricher u. a. hier weiter nichts mehr gesagt zu werden braucht.
5. Scherffel fand den Drüsen, aber auch anderen Zellen der Lathraeahöhlen, vielfach Bacterien ansitzen, und meint, diese könnten vielleicht chemische Vorgänge einleiten, die der Lathraea von Nutzen seien; was die Drüsen aussondern, sagt er nicht. Haberlandt (Physiol. Pflanzenanatomie 2. Aufl. pag. 455) führt die Schilddrüsen von Lathraea unter den „Oel-, Harz-, Schleim- und Gummidrüsen" auf, wohl weil er betreffs der „Stäbchen" mit Jost übereinstimmt. Jost (Bot. Zeitg. 1888 pag. 428) bestreitet nämlich, dass die von Scherffel beobachteten Stäbchen Bacterien seien; sie bestehen nach ihren Reactionen aus einer wachsähnlichen Substanz; die Function der Drüsen erklärt Jost als unbekannt. Es sei hier gleich bemerkt, dass das Vorkommen der Stäbchen offenbar ein nebensächliches Verhältniss darstellt, da sie bei anderen Rhinanthaceen als Lathraea nicht beobachtet wurden und auch bei Lathraea keineswegs stets vorhanden sind.
6. Gilbert und Massee geben an, dass die Drüsen einerseits eine Säure absondern, andererseits als Absorptionsorgane dienen. Für beides liegt aber kein Beweis vor, und wie die meisten anderen Autoren haben auch diese es vernachlässigt, sich die Frage vorzulegen, wie denn die ebenso wie bei Lathraea gebauten Schilddrüsen der anderen Rhinanthaceen sich verhalten?

Zwar ist es möglich, dass übereinstimmend gebaute Drüsen bei verschiedenen Pflanzen derselben Familie verschiedene Functionen haben, aber zunächst ist das jedenfalls nicht wahrscheinlich. Die Schilddrüsen von Tozzia (und wahrscheinlich auch die anderer Rhinanthaceen; betr. Bartsia alpina vgl. Heinricher im Nachtrag zu

Scherffel's Arbeit a. a. O.) haben denselben Bau wie die von Lathraea. Sie bestehen aus drei Theilen: der auffallendste und grösste ist die in das Blattgewebe eingesenkte breit elliptische Mittelzelle (b Fig. 6), dieser sind vier „Deckelzellen" (a Fig. 6) nach aussen aufgelagert und sie selbst ruht auf einem aus kleinen, vielfach durch Intercellularräume von einander getrennten Zellen bestehenden Fussstück (c Fig. 6).[1] An dies letztere können die Trancheiden der Gefässbündel, wie Fig. 5 und 6 zeigen, direct herantreten, im Uebrigen ist das kleinzellige in Fig. 2 durch Punktirung angedeutete Gewebe meiner Ansicht nach als eine Art Epithem zu betrachten.

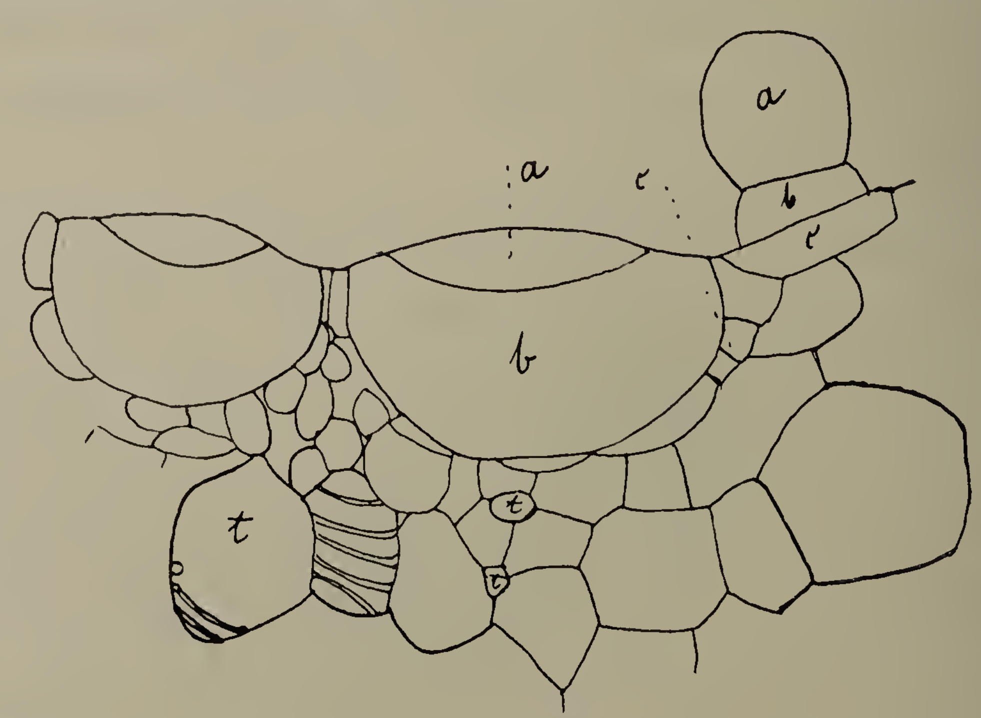


Fig. 6. Tozzia alpina. Stück eines Schuppenblattquerschnitts, stark vergr. t Tracheiden, a, b, c die correspondirenden Zellen von Schild- und Köpfchendrüsen (bei ersterer statt einer Zelle c eine durch Theilung entstandene Zellfläche).

Die Schilddrüsen sind nämlich meiner Ansicht nach nichts anderes als wasserabsondernde Organe. Sie sind dazu besonders geeignet 1. durch ihre Lage, indem sie, wie oben gezeigt, die Wasserleitungsbahnen begleiten und tief in das Gewebe eingebettet sind; 2. durch ihren Bau. In der Mitte zwischen den beiden mittleren Deckelzellen findet sich nämlich in der Cuticula eine kleine Oeffnung (vgl. Fig. 7 und Scherffel's Angaben und Zeichnungen betreffs Lathraea). Dieselbe ist sehr klein, indes bei genügender Vergrösserung und Behandlung mit den bekannten Reagentien deutlich sichtbar; an dieser Stelle wird also Wasser leicht austreten können.

---

1) Die Homologie der Schilddrüsen mit den Köpfchendrüsen ergibt sich aus der Entwickelungsgeschichte. Die Fig. 6 zeigt diese durch die Bezifferung der einzelnen Thelle der Drüsen. Hovelaque hat die Basalzellen der Drüsen nicht erkannt.

Wie diese Oeffnung entsteht, ist leichter bei solchen Rhinanthaceen zu verfolgen, wo sie grösser ist, namentlich bei Pedicularis palustris. Hier findet sich in der Mitte der beiden Deckelzellen die Cuticula an einer scharf begrenzten Stelle (die aber nur einen sehr kleinen Theil der Drüsenoberfläche einnimmt) abgehoben, und sie hat oben ein spaltenförmiges Loch. Dies kommt dadurch zu stande, dass ein in geringer Menge auftretendes Secret von anscheinend schleimiger Consistenz die Cuticula sprengt, und ähnlich ist es jedenfalls auch bei Tozzia und Lathraea. Die Homologie zwischen Schilddrüsen und Köpfchendrüsen tritt also auch darin hervor, dass sie beide Secrete absondern. Aber diese Function ist bei den Schilddrüsen so sehr zurückgetreten, dass sie jetzt nur noch gewissermassen zur Durchlochung der Cuticula dient, die Drüse selbst ist ein Organ für Wasserabsonderung geworden.

Dass eine Abscheidung von Wasser wirklich auf den Blättern stattfindet, wurde speciell für Bartsia alpina, die gerade lebend zur Hand war, nachgewiesen. Es wurden Rasenstücke, in welchen junge Pflanzen der genannten Art wuchsen, unter Glasglocken in einen erwärmten Raum gebracht. Nach einiger Zeit traten an den Blättern, namentlich den jüngeren, auf der Unterseite oft grosse Tropfen auf, die bald abflossen. Eine directe Feststellung, dass die Wasserabsonderung durch die Drüsen erfolgt, ist bei der Kleinheit derselben kaum möglich; man kann aber sehen, dass die Streifen, welche die Drüsen tragen, feucht werden, während das dazwischenliegende spaltöffnungenführende Gewebe trocken bleibt. Bei manchen Formen, z. B. Pedicularis, liegen die Spaltöffnungen auf Hervorwölbungen der Epidermis und sind so gegen Benetzung geschützt. Tozzia, die lebend gerade nicht zur Hand war, dürfte sich ganz ähnlich verhalten, und die Art der Wasserabsonderung stimmt mit der Annahme, dass das Wasser aus den Schilddrüsen stamme, ganz überein. Dass die abgesonderte Flüssigkeit nicht reines Wasser darstellt, sondern verschiedene Stoffe in Lösung enthält, ist wohl nicht zu bezweifeln; dies öfters beobachtete Vorhandensein von kohlensaurem Kalk in den Blatthöhlen von Lathraea und bei anderen Rhinanthaceen (auch bei Tozzia) deutet schon darauf hin.

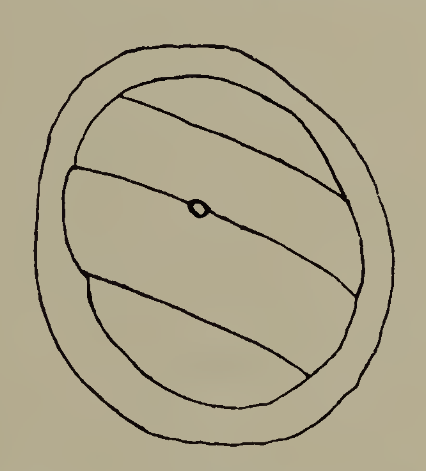


Fig. 7. Tozzia alpina. Schilddrüse von oben, das Cuticularloch sichtbar; stark vergr.

Die meisten Rhinanthaceen leben an feuchten Standorten; der

Nutzen der Wasserabscheidung unter Umständen, unter denen die Transpiration erschwert ist, leuchtet bei ihnen ebenso ein, wie bei den vielen anderen Pflanzen, die sich analog verhalten. Wenn auch das Wurzelsystem der Pedicularis-, Tozzia- und Bartsia-Arten wenig entwickelt ist, so stehen ihnen andererseits auch die Wasserleitungsbahnen ihrer Wirthspflanzen zur Verfügung. Manche Rhinanthaceen, wie z. B. Euphrasia, leben allerdings auf trockeneren Standorten, und dies hat wohl Wettstein[1]) neuerdings veranlasst, die Vermuthung auszusprechen, dass die „Drüsenhaare" von Euphrasia zur Wasseraufnahme bei Regen und Thau dienen. Es ist indes zu bemerken, dass auch an den genannten Standorten vielfach Verhältnisse eintreten, welche die Transpiration erschweren. Gerade die auch von Wettstein hervorgehobene Thatsache, dass Rhinanthaceen in abgeschnittenem Zustand leicht welken, gegen Transpiration also wenig geschützt sind, zeigt, dass sie Standorten angepasst sind, die ein Verwelken nicht leicht werden eintreten lassen, bei denen vielmehr öfters die Abgabe von Wasser in flüssiger Form eintreten wird. An eine Wasseraufnahme der „Drüsenhaare" von Lathraea und den Rhizomschuppen von Tozzia aber wird kaum zu denken sein. Gerade aber weil Lathraea transpirirende Laubblätter besitzt (Tozzia entbehrt dieselben nur zeitweise), wird bei dieser Pflanze die Nothwendigkeit der Wasserabgabe eintreten; denn wie die anatomische Beschaffenheit der Haustorien schliessen lässt, entnimmt Lathraea der Wirthspflanze nicht nur „verarbeitete", d. h. direct als Baustoffe verwendete Materialien, sondern auch Rohstoffe aus den Gefässbahnen. Für die Entnahme der letzteren aber wird die Wasserausscheidung in den Schuppenblättern dieselbe Rolle spielen, wie sonst die Transpiration in den Laubblättern für die Wasseraufnahme aus dem Boden, es entsteht eine Art „Transpirationsstrom". Die Wasserabscheidung aber müsste gehemmt sein, wenn die wasserabscheidenden Drüsen direct mit den Bodentheilchen in Berührung kämen, sie sind aber durch die oben geschilderten Lagenverhältnisse geschützt.

Der Raum unter den eingeschlagenen Blatträndern ist bei Tozzia mit Drüsen geradezu gepflastert; sie kommen in sehr grosser Menge vor, während sie an den Laubblättern einen verhältnissmässig viel geringeren Raum einnehmen. Auch dies stimmt mit meiner Auffassung. Denn die Laubblätter sind nicht wie die Schuppenblätter in einem fast beständig feuchten Medium, und sie haben ausserdem noch die

---

1) v. Wettstein, Monographie der Gattung Euphrasia.

Spaltöffnungen, die den Schuppenblättern meist fehlen. Uebrigens ist es auffallend, wie klein z. B. bei den sumpfbewohnenden Pedicularis-Arten die mit Spaltöffnungen besetzten Theile der Blattfläche im Verhältniss sind. An den Stellen, wo die Drüsen sind, finden sich keine Spaltöffnungen. Auf den Uebergangsformen zu den Laubblättern stellen sie sich natürlich ein.

Als wasserabsondernde Organe haben wir zunächst auf Grund ihres Baues die Schilddrüsen in Anspruch genommen. Was die Function der Köpfchendrüsen anbelangt, so ist aus dem dichten Inhalt ihrer Zellen, der ganz mit dem der secernirenden Zellen anderer Drüsenhaare übereinstimmt, wohl zu schliessen, dass sie Secrete abgeben. Welcher Art diese sind und welche Rolle sie spielen, ist unbekannt, was übrigens auch für die meisten kleinen Drüsenhaare anderer Pflanzen gilt. Die Köpfchendrüsen finden sich z. B. bei Pedicularis auch auf der Blattoberseite längs der Leitbündel; es ist leicht, Vermuthungen über ihre Function anzustellen, die aber ohne thatsächliche Begründung werthlos sein würden.

Bei den in feuchtem Raum gehaltenen Pflanzen ist auch die Secretion der Köpfchendrüsen gesteigert, wie sich mit blossem Auge z. B. bei Bartsia an den auf der Oberseite längs der Nerven in Vertiefungen stehenden Drüsenstreifen leicht wahrnehmen lässt, indes kommt eine Wasserabsonderung hier wohl kaum in Betracht. Dass Rhinanthaceenblätter Wasser von aussen aufnehmen können, lässt sich leicht constatiren. An abgeschnittenen Sprossen von Bartsia wurde die Schnittfläche sorgfältig verklebt. Sprosse, die trocken lagen, welkten sehr rasch, ebenso, wenngleich später, solche, bei denen die Unterseite des untersten Blattpaares mit Wasser in Berührung war, während, wenn auch die Blattoberseite im Wasser war, das Welken auffallend viel langsamer erfolgte, so sehr, dass es sich dabei nicht nur um die durch Eintauchen verminderte Wasserdampfabgabe, sondern um Wasseraufnahme handeln musste. Ebenso wurden welke, in Wasser getauchte Blätter sehr rasch wieder turgescent, aber an welchen Stellen des Blattes die Wasseraufnahme erfolgt, bleibt zunächst dahingestellt. Kam es doch hier nur darauf an, zu zeigen, dass das alte Räthsel der Blattgestaltung von Lathraea und Tozzia auch eine andere und, wie ich glaube, richtigere Deutung zulässt als die bis jetzt versuchten.

Einige Bemerkungen über Bromeliaceen.

Von

Fritz Müller[1]).

Hierzu Tafel VIII.

IX. Blüthenstellung von Aechmea calyculata.

Der Winkelabstand je zweier aufeinanderfolgender Blätter oder Blüthen ist bei den Bromeliaceen fast immer ein Näherungswerth des Kettenbruchs

$$\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{2+\cfrac{1}{2+\dots}}}$$

Eine auffallende Ausnahme inmitten dieser Einförmigkeit bilden die dichten zapfenartigen Aehren der *Aechmea calyculata,* deren Blumen eine Mannigfaltigkeit der Anordnung zeigen, wie ich sie von keiner anderen Pflanze kenne. Als Beleg mögen 300, meist im Laufe des vorigen Jahres, ohne Wahl gesammelte Aehren dienen.

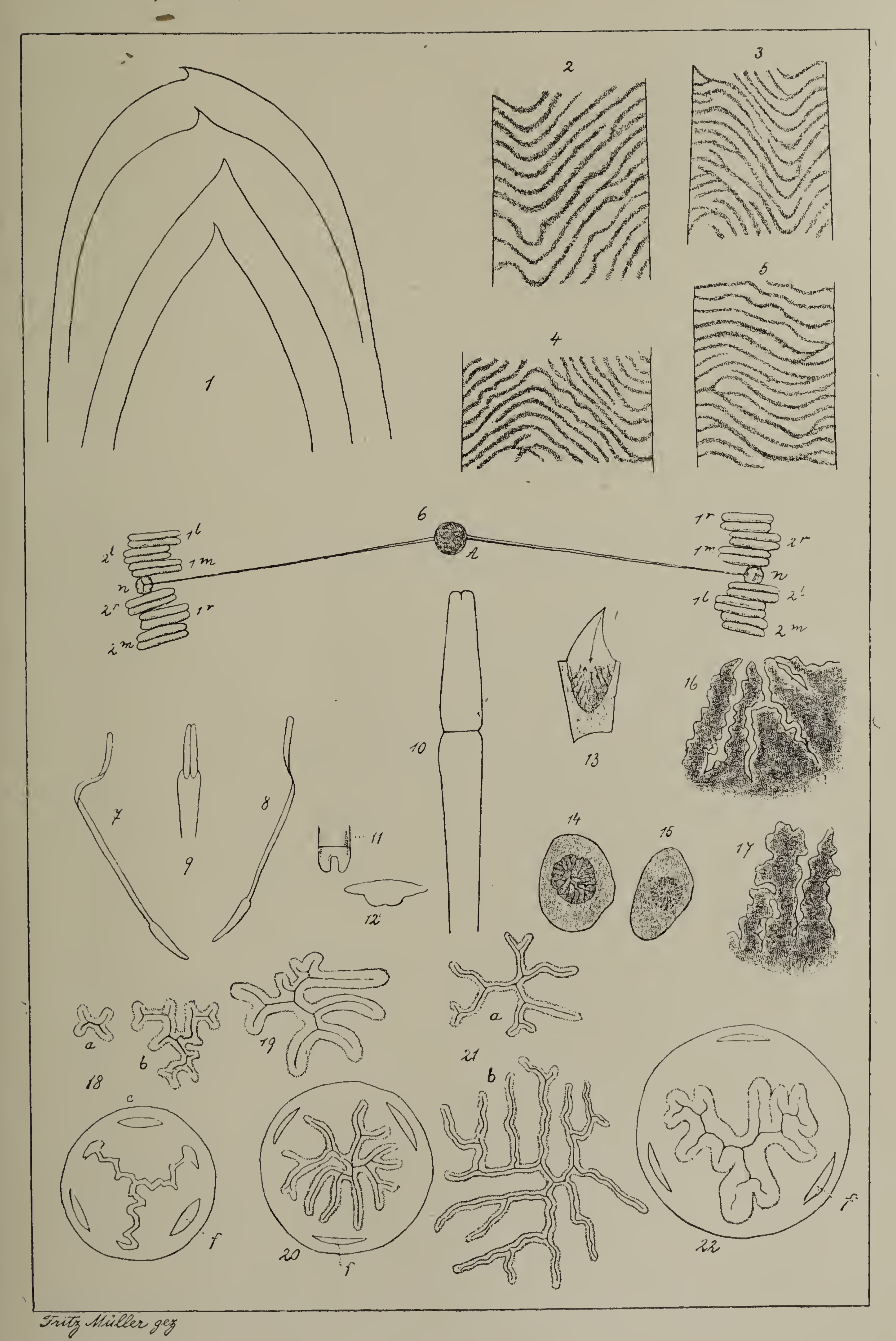
Unter diesen war, von Unregelmässigkeiten abgesehen, wie sie unter den untersten und obersten Blumen der Aehre nicht selten vorkommen, die Anordnung der Blumen die gleiche in der ganzen Höhe der Aehre bei 275, — unten und oben verschieden bei 20, ohne erkennbare Regelmässigkeit bei 5 Aehren.

In erster Reihe, der Zahl nach, fanden sich 5- bis 13 gliedrige Quirle (119 mal) und nächst diesen Stellungen nach $\frac{2}{2n+1}$ von $\frac{2}{11}$ bis $\frac{2}{27}$ (89 mal). Diese zweierlei Blüthenstände, die zusammen mehr als $^2/_3$ der Gesammtzahl bilden, lassen sich nach der Zahl der lothrechten Längsreihen, wie folgt, ordnen:

I.		10	12	14	16	18	20	22	24	26 Längsreihen
	bei	1	2	6	58	14	12	4	2	10 Aehren;
II.		11	13	15	17	19	21	23	25	27 Längsreihen
	bei	4	5	12	39	6	9	4	5	5 Aehren.

Die Reihe der Quirle zeigt einen weit alle anderen überragenden Hauptgipfel für die 8-, und einen dreifach niedrigeren für die 13-

1) Nach einer Mittheilung von Herrn Dr. A. Möller ist der hochverdiente Verfasser dieser Abhandlungen, Dr. Fritz Müller, am 21. Mai 1897 in Blumenau gestorben. Der Herausgeber.



Fritz Müller gez.

gliedrigen; jene bilden ungefähr die Hälfte, diese etwa $^1/_6$ der Gesammtzahl.

Unter den nach $\frac{2}{2n+1}$ geordneten Aehren bilden die 17- ($= 2.8 + 1$) reihigen etwa $^4/_9$, die 15- ($= 2.8 - 1$) reihigen etwa $^2/_{15}$, beide zusammen etwa $^4/_7$ der Gesammtzahl. Ihnen zunächst kommen die 21 reihigen ($^1/_{10}$ der Gesammtzahl).

Wie bei den Quirlen die mit 2×8 und mit 2×13 lothrechten Reihen, so kommen bei den nach $\frac{2}{2n+1}$ geordneten Aehren die mit 2.8 ± 1 und die mit 21 Reihen am häufigsten vor, wodurch man auch hier an die bekannte Reihe 2.5.8.13.21... erinnert wird.

An die nach $\frac{2}{2n+1}$ geordneten Aehren schliessen sich an:

1. höhere Glieder der gleichen Reihe: $\frac{3}{3n+2}$, $\frac{5}{5n+3}$ u. s. w., nämlich aus der $^2/_5$ Reihe: $^5/_{13}$ (2 mal) und $^{13}/_{34}$ (8 mal), sowie aus der $^2/_9$ Reihe: $^5/_{23}$ (1 mal),
2. gedrehte 2- oder 3 gliedrige Quirle, sogenannte „conjugirte" Stellungen, nämlich aus der $^2/_7$ Reihe: $2 \times {}^1/_7$ (2 mal), $2 \times {}^3/_{22}$ (1 mal), $3 \times {}^5/_{54}$ (2 mal) und $2 \times {}^4/_{29}$ (1 mal), aus der $^2/_9$ Reihe: $2 \times {}^1/_9$ (24 mal) und $2 \times {}^3/_{28}$ (1 mal), aus der $^2/_{11}$ Reihe: $2 \times {}^1/_{11}$ und $3 \times {}^2/_{33}$ (je 1 mal), endlich aus der $^2/_{15}$ Reihe: $2 \times {}^1/_{15}$ (1 mal).

Im Ganzen fanden sich also 34 „conjugirte" Stellungen, fast genau $^1/_8$ der Gesammtzahl (275) der gleichmässig von unten bis oben geordneten Aehren. Auffallend ist dabei das häufige Vorkommen der $2 \times {}^1/_9$ Stellung (über $^2/_3$ aller gedrehten Quirle).

Es mag noch darauf aufmerksam gemacht sein, dass von den $\frac{2}{2n+1}$ Stellungen $^2/_5$, $^2/_7$ und $^2/_9$ selbst nicht vorkamen, sondern aus der $^2/_5$ Reihe nur $^5/_{13}$ und $^{13}/_{34}$, aus der $^2/_7$ Reihe 6 gedrehte Quirle und aus der $^2/_9$ Reihe 25 gedrehte Quirle und 1 mal $^5/_{23}$.

Anderen Reihen angehörige Stellungen kamen nur spärlich vor, im Ganzen 22 mal, nämlich $^5/_{12}$ (1 mal) — $^7/_{19}$ und $^{18}/_{49}$ (je 3 mal) — $^9/_{20}$ (6 mal) und $^{23}/_{51}$ (2 mal) — $^{11}/_{24}$ (3 mal) — $^{11}/_{36}$ (3 mal) — $^5/_{24}$ (1 mal).

Für die 20 Aehren, deren Blüthenstellung in verschiedener Höhe verschieden war, ist es wohl das Einfachste, die Zahl der augenfälligsten nach links und nach rechts aufsteigenden Schrägzeilen anzugeben, wie sie von unten nach oben aufeinander folgten:

1. $\left.\begin{matrix}5\\7\end{matrix}\right\}5$ — **2.** $6\left\{\begin{matrix}8\\7\end{matrix}\right.$ — **3.** $8\left\{\begin{matrix}7\\8\end{matrix}\right.$ — **4.** $8\left\{\begin{matrix}10\\9\end{matrix}\right.$ — **5.** $\left.\begin{matrix}11\\10\end{matrix}\right\}8$ — **6.** $\left.\begin{matrix}12\\10\end{matrix}\right\}8$

7. $9\left\{\begin{matrix}9\\8\end{matrix}\right.$ — **8.** $\left.\begin{matrix}10\\9\end{matrix}\right\}10$ — **9.** $10\left\{\begin{matrix}10\\11\end{matrix}\right.$ — **10.** und **11.** $\left.\begin{matrix}11\\10\end{matrix}\right\}10$ — **12.** $\left.\begin{matrix}10\\11\end{matrix}\right\}12$

13. $\left.\begin{matrix}10\\10\end{matrix}\right\}13$ — **14.** $13\left\{\begin{matrix}13\\12\end{matrix}\right.$ — **15.** $12\left\{\begin{matrix}11\\10\\8\end{matrix}\right.$ — **16.** $\left.\begin{matrix}12\\13\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}13\\12\end{matrix}\right.$ — **17.** $\left.\begin{matrix}11\\10\\8\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}11\\10\\8\end{matrix}\right.$

18. $\left.\begin{matrix}10\\11\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}10\\12\\13\end{matrix}\right.$ — **19.** $\left.\begin{matrix}12\\13\\13\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}12\\12\\13\end{matrix}\right.$ — **20.** $\left.\begin{matrix}8\\9\\10\end{matrix}\right\}\left\{\begin{matrix}8\\9\\10\\11\end{matrix}\right.$

In den 15 ersten Fällen bleibt die Zahl der in der einen Richtung aufsteigenden Schrägzeilen ungeändert, während sie in der entgegengesetzten Richtung weit häufiger (12 mal) nach oben zu- als abnimmt (3 mal). In 5 Fällen ändert sich die Zahl sowohl der rechts, wie der links aufsteigenden Zeilen und zwar einmal in entgegengesetztem Sinne: die der links aufsteigenden fällt von 13 auf 12, die der rechts aufsteigenden steigt von 12 auf 13. — In den 4 letzten Fällen ist die Aenderung in beiderlei Zeilen gleichsinnig. — Der vorletzte Fall (19) zeigt eine Stellungsänderung, die man bisweilen in mehrfacher Wiederholung an ein und derselben Aehre von *Piper*-Arten sehen kann, dass nämlich *n* gliedrige Quirle nach oben übergehen in $\frac{2}{2n-1}$ Stellung und diese dann in $(n-1)$gliedrige Quirle.

Unter den 300 Aehren fanden sich also, um das Ergebniss kurz zusammenzufassen:

Stellung der Blüthen	regelmässig, unten u. oben	gleich	regelmässige Quirle		119
			$\frac{2}{2n+1}$, $\frac{3}{3n+2}$ u. s. w.	einfach	100
				conjugirt	34
			andere Reihen		22
		verschieden			20
	regellos				5
					300

Blumenau, 27. Juni 1896.

X. Die Tillandsia linearis der Flora fluminensis.

In Wäldern bei Curityba hat Sellow eine *Tillandsia* gefunden, deren büschelartig mit grasähnlichen Blättern besetzte Sprosse dichte Rasen bilden und deren schlanker Schaft eine wenigblüthige, ein-

fache, zweizeilige Aehre trägt. Sie ist von C. Koch *Tillandsia Selloa* getauft worden. Bei Curityba ist diese namentlich auch durch ihre in sonniger Lage sich röthenden Rasen sehr auffallende Pflanze häufig, besonders, wie man mir sagt, auf Araucarien. Meine vor Kurzem mich von dort besuchende Tochter, Frau Selma Schmidt, sah längs der von Curityba nach der Küste führenden Eisenbahn oft die Araucarienstämme überzogen von den rothen grasähnlichen Rasen dieser *Tillandsia.*

In meinem Garten besitze ich seit mehreren Jahren eine solche Pflanze aus Curityba, auf deren Blühen ich noch vergeblich warte; vor einigen Monaten schickte mir mein Enkel Hans Lorenz einen zweiten Rasen mit Knospen und durch meine Tochter erhielt ich eine Menge Pflanzen in allen Grössen bis fast 0,5 m hoch und in allen Farben von trübem Grau oder lichtem Grün bis zu dunklem Braunroth.

Schon die ziemlich langblättrige Pflanze meines Enkels erinnerte mich an die *Tillandsia linearis* der Flora fluminensis (T. III tab. 126 und Arch. Mus. Rio de Janeiro V, S. 126) und seit ich die erste ihrer blauen Blumen gesehen und untersucht hatte, durfte ich nicht mehr zweifeln, dass *Tillandsia Selloa C. Koch* mit *T. linearis Vell.* zusammenfällt. Wie die Blätter, so passt zu dieser auch Grösse und Gestalt der Aehre, sowie Vellozo's Beschreibung: „corolla laminis amplis, unguibus linearibus, violacea". Auch nach dem in der Flora brasiliensis gegebenen Schlüssel der *Tillandsia*-Arten kann meine Curitybaner Pflanze nur *T. linearis* sein. Zunächst passt auf sie kein einziges Merkmal der Untergattung *Platystachys,* weder die bis zum Grunde freien Kelchblätter, noch die aufrechten, eine walzen- oder keulenförmige Röhre bildenden Blumenblätter, noch endlich die die Blumenkrone an Länge übertreffenden oder ihr ziemlich gleichkommenden Staubgefässe. Vielmehr sind die hinteren Kelchblätter auf reichlich $^2/_5$ verwachsen, die Blumenblätter tragen auf langem schmalem Nagel eine breite, flach ausgebreitete Spreite und die Staubgefässe sind weit kürzer als die Blumenblätter. — Sie gehört daher zur Untergattung *Eutillandsia* und zwar wegen der einfachen zweizeiligen Aehre und der flach ausgebreiteten, fast kreisrunden Spreite der Blumenblätter zur Section *Phytarrhiza* und in dieser führen die blauen Blumen und die „folia tenuissima, omnia erecta" zu *Tillandsia linearis Vell.* — So kommt sie fast ans Ende der Gattung *Tillandsia* zu stehen, während sie als *T. Selloa* in der Flora brasiliensis die zweite in der langen Reihe der Arten ist. Mez hat

von *T. Selloa* nur so jammervoll erhaltene oder vielmehr verdorbene Blumen untersuchen können, dass ihm nicht die Mängel seiner Beschreibung, sondern nur das vorgeworfen werden kann, dass er sie überhaupt einer bestimmten Untergattung eingereiht und nicht als „incertae sedis“ ans Ende der Gattung verwiesen und so statt Ordnung nur neue Verwirrung geschaffen hat. Sagt er doch selbst von den Blumenblättern: „petala libera, basi 6nervia, tenuissima, eligulata, ceterum ignota“, und von den Staubgefässen: „stamina ser. I libera, ser. II petalis minutissime connata, ceterum ignota.“ Mit welchem Rechte durfte er also die Pflanze der Untergattung *Platystachys* einreihen, die durch „petala stricte erecta tubum cylindricum vel clavatum efformantia“ und durch „stamina petalis longiora vel ea subaequantia“ gekennzeichnet wird. Wenn er das dritte Merkmal, die „sepala basin usque libera“ gesehen haben will, so hat er sich — und bei solch altem vermodertem Heu ist das verzeihlich — entweder geirrt oder es wächst bei Curityba noch eine zweite nur hierin verschiedene, in allen übrigen Stücken ununterscheidbar ähnliche Art. An frischen Blumen überzeugt man sich leicht, und an dem Aufblühen nahen Knospen sieht man auf den ersten Blick, dass die beiden hinteren Blätter des hinten flachen, vorn gewölbten Kelches auf etwas über $^2/_5$ ihrer Länge verwachsen sind.

Baker (Handbook of Brom. S. 175) zieht *T. Selloa* zu der in Florida und Westindien heimischen *T. setacea*; abgesehen von deren meist rispigem Blüthenstande ist diese auch durch ihre „petals convolute in a cylindrical tube shorter than the stamens“ weit von der Curitybaner Pflanze verschieden; an letztere könnte durch ihre „3 bis 4 flowers in a simple spike“ und ihre „leaves tinged with red“ die *T. caespitosa* Luonte erinnern, welche Baker als eine „dwarf-variety“ von *setacea* betrachten möchte.

Was Baker als *T. linearis Vell.* beschreibt (Handb. S. 164), ist eine von dieser himmelweit verschiedene Pflanze. Er sagt: „leaves spread over a stender stem 2—3 in. long, subulate, 3—4 in. long.“ In der Abbildung der Flor. flum. nehmen die Ansätze der sämmtlichen dichtgedrängten Blätter kaum eine Höhe von $^1/_2$ Zoll ein und die Blätter sind bis über fusslang. Ferner: „peduncle 4—6 in. long, destitute of bract-leaves“. In Flor. flum. ist der Schaft fast fusslang mit fast einem Dutzend „bract-leaves.“ — Ferner: „flower-bracts $^1/_4$ in. long, calyx $^1/_3$ in. long“. In der allerdings nicht besonderes Vertrauen erweckenden Zergliederung der Blume in der Fl. fl. erscheint das Deckblatt ein wenig länger als die

Kelchblätter; ich finde an einer verblühten Aehre das Deckblatt 20, die Kelchblätter 18 mm lang und ganz richtig heisst es in der Flora brasiliensis von *T. Selloa* „bracteis sepala occultantibus". — Endlich: „stamens as long as the calyx"; in Fl. fl. sind sie noch nicht halb so lang.

Ich schliesse mit einigen Worten über den Aufbau des ganzen Rasens der *Tillandsia linearis* Vell. (*Selloa* C. Koch). Die Blätter der einzelnen den Rasen bildenden Büschel stehen dicht gedrängt in schraubiger Stellung auf einem sehr kurzen, meist fast kugeligen Stamm von etwa 5 mm Durchmesser (s. d. Abbildung); an seinem Grunde gewahrt man meist ein trockenes Stück des holzigen Ausläufers, an dessen Ende er sich entwickelt hat, sowie einige meist auch schon völlig abgestorbene Wurzeln. An einem solchen kugeligen Stamme war das unterste noch vorhandene Blatt (mit Einschluss der 1,3 cm langen fadenförmigen Spitze) 3,3 cm lang; dann folgten Blätter von 5,4, von 11,8 cm und so rasch steigend bis 20 und 25 cm; das letzte 13te war 25,7 cm lang. Vom Scheitel des kugeligen Stammes erhob sich ein etwa 1 mm dicker, in 5 cm Höhe abgebrochener Schaft, der in 3—11—24 und 37 mm Höhe an Länge von 24 bis 16 cm abnehmende Blätter trug; der weitaus grössere Theil dieser Länge kam auf die fadenförmige Spitze. Bemerkt sei noch, dass sich in den Blattwinkeln des 5., 6. und 7. Blattes des Stammes die Knospe je eines jungen Triebes fand (von 9—10 und 16 mm Länge), dessen erstes 2kieliges Blatt der Achse anlag.

Ein anderer blüthentragender Blattbüschel bestand aus 15 (meist etwa 25 cm langen) Blättern; sie umgaben dicht gedrängt einen 6 mm hohen, 5 mm dicken Stamm, der sich in einen unten etwa 1,5 und oben 0,5 dicken bis zur Aehre 17 cm hohen, völlig von Blattscheiden umschlossenen Schaft fortsetzte. Er hatte Blätter

in 0,5 —	1,5	2,8	4,7	6,6	8,6	10,5	12,3 cm Höhe
von 25	27	22	18	14	9	5	3 cm Länge,
		deren Scheiden den Stamm					
auf 2,5	2,5	2,8	2	2	1,6	1,8	1,8 cm umschlossen.

Dann folgten noch unter der Aehre zwei den Schaft umschliessende Scheiden, die statt der Spreite nur noch eine winzige fadenförmige Spitze trugen; die letzte reichte bis zum ersten Blatte der Aehre. Die spindelförmige Aehre war 4,7 cm lang, in der Mitte knapp 0,5 cm breit und 0,3 cm dick; sie bestand aus 5 Blättern, von denen das erste und letzte blüthenlos, die 4 ersten je 2, das letzte 1,6 cm lang war.

Blumenau, 18. Dezember 1896.

XI. Vriesea Gambá nov. sp.

Vriesea bituminosa Wawra, *fenestratis* Lind. et André, *platynema* Gaudich. (= *corallina* Regel) und *Jonghei* E. Morr. unterscheiden sich von allen übrigen Arten mit einfach ähꝛigem Blüthenstande aus der *Xiphion*-Gruppe (soweit deren Blumen genügend bekannt sind), durch ihre am Ende deutlich verbreiterten Staubfäden. Hierin schliesst sich ihnen an eine prächtige, so viel ich weiss, noch unbeschriebene Blumenauer Art. Von dieser unterscheiden sich die vier genannten Arten nach der Flor. Brasil. unter anderen durch folgende Merkmale:

Vr. bituminosa (Fl. br. S. 549), im Staate Rio de Janeiro heimisch, durch: „folia supra saturate, infra pallidius aequaliter viridia, — inflorescentia quam folia brevior, in scapi ... foliis intus perviscosis indeque conglutinatis ... induti apice elata, rhachi valde viscosa, ... bracteis ... quam maxime viscosis, ... petala sordide virentia".

Vr. fenestralis (Fl. br. S. 550), aus unserem Nachbarstaate Paraná, durch: „folia ... omnia a medio arcuatim decurva, apiceque spiraliter revoluta, basi praesertim dorso guttis rubenti-violaceis dissite ocellata. Inflorescentia ... in scapi ... vaginis viridibus ... quam internodia brevioribus v. ea subaequantibus laxe praediti apice, ... bracteis ... viridibus, maculisque purpureo-brunnescentibus guttatis, gummi acetum redolens acidum procreantibus, ... sepalis ... eodem modo guttatis, ... antheris in $^1/_4$ longit. dorsifixis."

Vr. platynema (= *corallina,* Fl. br. S. 551), von Schimper und Schenck in unserem Staate Santa Catharina an der Serra zwischen Joinville und S. Bento gefunden, durch: „Inflorescentia folia subaequans, in scapi ... vaginis vineo-rubentibus ... induti apice elata, usque ad 0,2 m longa, rhachi fusco-brunnea, ... bracteis optime corallinis, ... intus valde viscosis, ... infimis quoque calycis medium vix excedentibus, ... sepalis intus valde viscosis ... Filamentis S-formiter curvatis ... antheris **(latere conglutinatis, tubum efformantibus),** ... apice processibus binis minutissimis stipitiformibus praeditis. Stigmatibus antheras superantibus."

Vr. Jonghei (Fl. br. S. 553), aus Minas Geraes und S. Paulo, durch: „Folia basi suberecta, tum arcuatim deflexa apiceque dependentia, ... persensim in acumen longum peracutum transeuntia. Inflorescentia ... bracteis ... sepala subaequantibus v. iis minute solum brevioribus, ... sepalis flavo-virenti-

bus apiceque purpureo marginatis, gummi maxima copia procreantibus ... Petala paulo inaequalia, isabellina venulisque roseis picta, nec non summo apice purpurascentia v. omnino rosea."

Bei unserer Blumenauer Art erinnert der Aufbau der Blattrose und die Zeichnung der Blätter an *Vr. tessellata.* Wie bei dieser erheben sich die untersten der zahlreichen noch frischen Blätter kaum etwa 20° über die wagerechte Lage, während die jüngsten noch fast senkrecht stehen. Von der Scheide abgesehen, sind sie fast in ganzer Länge vollkommen flach und bis zum Ende gerade. Wie bei *tessellata* verjüngen sie sich bald allmählich zur Spitze, bald enden sie mehr abgerundet (Fig. 1). Ihre Länge übersteigt an den Pflanzen meines Gartens nur selten 0,5 m und ihre Breite 6 cm. Bei auffallendem Lichte erscheint oft die Oberseite einfarbig grün, die Unterseite einfarbig braun (ähnlich Saccardo's Nr. 20), doch ist gewöhnlich auch schon so eine der von *Vr. tessellata* ähnliche Zeichnung mehr oder minder deutlich zu erkennen: abwechselnde hellere und dunklere Längsstreifen, gekreuzt durch unregelmässig auf und nieder sich krümmende dunkle Querstreifen (Fig. 2 bis 5), deren Verlauf kaum je bei zwei Blättern übereinstimmen wird. Aufs deutlichste tritt mit der schönen Färbung auch die anmuthige Zeichnung bei durchfallendem Lichte hervor, besonders wenn die Sonne durch sie hindurch scheint. Als Alfred Möller auf dem 900 m hohen Gipfel des Spitzkopfs zuerst die hellbesonnten Blattrosen über sich erblickte, waren nicht nur er, sondern auch seine für derlei Eindrücke minder empfänglichen Begleiter entzückt von deren seltener Pracht, die noch erhöht wird durch einen grossen dunkelpurpurrothen, bei auffallendem Licht bisweilen fast schwarzen Fleck von etwa 2 cm Durchmesser an der Spitze des Blattes. Wie diese *Vriesea* nur von der Sonne durchleuchtet ihre volle Schönheit zeigt, so bedarf sie auch reichlichen Sonnenlichtes, um sie zu entfalten und zu erhalten. In tiefem Schatten geht sie schon nach wenigen Monaten verloren.

Eine Aehre, deren 41 Blumen vom 15. November bis 29. December blühten, war beim Blühen der ersten Blume etwa 3, bei dem der letzten 4 dm lang, so dass nun der Abstand zweier Blumen fast genau 1 cm betrug. Sie wird getragen von einem etwa $^3/_4$ m hohen, unter der ersten Blume 11 und 4 dm tiefer 14 mm dicken Schafte, welchen etwa 25 Blätter vollständig umhüllen; davon besitzen die untersten noch eine ansehnliche in Form und Farbe derjenigen der innersten Blätter der Blattrose gleichende Spreite; weiter oben am Schafte

wird diese kleiner und kleiner, fehlt aber nur einigen der obersten, die sich in ganzer Länge dem Schafte anlegen; auch diese sind noch bedeutend länger als die Stengelglieder.

Die Achse der zweizeiligen Aehre ist dunkelgrün, unten etwa 9 und 12, oben 4 und 6 mm dick (wobei die geringere Dicke in die durch die beiden Blüthenzeilen gelegte Ebene fällt). Das Deckblatt der ersten Blume war, als sie blühte, etwa 3,5 cm lang und unten ausgebreitet 4,5 cm breit, gelblich, etwas bräunlich gerandet, innen nur wenig schleimig. Am 15. December, an welchem die Blumen 32 und 33 aufblühten, waren die Deckblätter von Blume 3, 13, 23, 33 und 39 beziehungsweise 36, 30, 27, 23 und 20 mm lang und ihre Länge hat sich seitdem nicht auffallend geändert. Das Verhältniss der Längen von Deckblatt und Kelch, das man oft als Artkennzeichen angeführt findet, ist hier an den Blumen derselben Aehre, ja an derselben Blume zu verschiedenen Zeiten ein sehr verschiedenes. Am 26. December überragte der Kelch das Deckblatt an der untersten Blume um weniger als $^1/_3$, an der obersten um etwa $^5/_6$ seiner Länge.

Die Blumen haben einen dicken grünen Stiel, dessen obere Seite zur Blüthezeit etwa 1 cm lang und breit und am Ende etwa 9 mm dick ist und eine mächtige Honigdrüse einschliesst von demselben Bau wie bei anderen *Vriesea*-Arten (Fig. 13 bis 17).

Die jüngeren Knospen bilden mit der Achse ziemlich spitze Winkel, die sich allmählich dadurch vergrössern, dass der Stiel einseitig auf der oberen Seite wächst. Am 9. December, an welchem Blume 29 aufblühte, bildeten Blume

2 und 3	6—21	23—25	26—27	28—29	30	31
mit der Achse Winkel von annähernd						
90	100—105	90	80	70	50	45 Grad.

Die Blumen 1, 11, 17 und 21 waren abgeschnitten, von 1 auch das Deckblatt, welches bei den drei übrigen mit der Axe einen Winkel von etwa 60° bildete.

Diese Richtungsänderung der Blumen ist nicht eine einfache Abwärtsbewegung; während vorher die beiden Längsreihen der Aehre in dieselbe Ebene fallen, bilden sie nachher einen stumpfen Winkel von etwa 160° mit einander. Der Blüthenstand ist aus einem zweistrahligen, durch zwei aufeinander senkrechte Ebenen in spiegelbildlich gleiche Hälften theilbaren zu einem zweiseitigen (oder einfach symmetrischen oder bilateralen oder dorsiventralen oder zygomorphen) geworden. (Aehnliche Verschiedenheit findet sich, wenn auch nicht

zwischen dem jüngeren und älteren Theile derselben Aehre, so doch zwischen verwandten Arten unter den Euvrieseae genuinae, z. B. Vr. ensiformis und incurvata.)

Dass eine ähnliche Abwärtsbiegung der Blumen auch bei verwandten Arten sich findet, beweisen die Angaben der Flor. bras.: „rhachi . . . bractearum basi arcuatim decurrente ornata“ für *Vr. Wawranea, platynema* und *Jonghei* oder „arcuatim transversali“ für *Vr. fenestralis,* oder „bractearum marginibus arcuatim decurrentibus“ für *Vr. atra,* oder „bracteis . . . margine rhachin semiamplectente curvatim paullo decurrente“ für *Vr. bituminosa.* Ja, bei *Vr. Regnelli* laufen die Deckblätter am Grunde feierlichst, „solemnissime“ (s. die Anm.) in einer gekrümmten Linie abwärts. Die bogenförmige Krümmung der Anheftungslinie ist ja eine nothwendige Folge der Krümmung des Blüthenstiels, durch welche die Blume abwärts gebogen wird. — Ob damit bei den genannten Arten wie bei der unseren eine seitliche Verschiebung verbunden ist, wird sich an dem in eine Ebene gequetschten Herbarienheu kaum feststellen lassen.

Der Kürze wegen will ich die hohle Seite des von den beiden Blumenzeilen gebildeten Winkels als vordere bezeichnen.

Kelch- und Blumenblätter sind dick, steif, fleischig, von unrein gelber Farbe, nach dem Ende zu, namentlich aussen, bräunlich, glänzend. Kelchblätter etwa 3 cm lang, auf etwa 2 cm sich links deckend, in der Mitte 17—19 mm breit. Blumenblätter 43 mm lang, unten 9, in etwa $^2/_3$ der Höhe 23 mm breit, von da aus sich auswärts biegend und rasch verjüngend. Schüppchen etwa 9 mm lang, 6 mm breit, dreieckig mit bogigen Seiten, bisweilen zweispitzig oder mit einigen Zacken am Rande; ihre Ansatzlinie läuft schräg von aussen und oben nach innen und unten.

Die Hauptfäden des inneren Kreises sind bis zum Grunde frei; dagegen haften die des äusseren Kreises auf 4 bis 6 mm an einem der benachbarten Blumenblätter und schienen damit verwachsen zu sein. Das wäre das Gegentheil des gewöhnlichen Verhaltens und bedarf nochmaliger Untersuchung. Nach dem Ende zu sind die Staubfäden verbreitert, auf der Rückenseite flach und am Ende gerade abgeschnitten (Fig. 10); bei *Vr. platynema* sind sie nach Flor. bras. am Ende gerundet. Die Staubbeutel sind 10 mm lang, dicht überm Grunde befestigt und von da aus abwärts jede der beiden Hälften in eine dem Staubfaden aufliegende Spitze auslaufend (Fig. 9 und 11); am Ende sind sie etwas schmäler, gerundet (ohne „processus stipitiformes“). Fruchtknoten (noch nicht genauer untersucht) 7 mm

hoch, Griffel 3 cm lang; die kurz dreilappige krause Narbe reicht nicht bis zum Ende der Staubbeutel.

Beim Aufblühen lagern sich die Staubbeutel in der Weise (Fig. 6), dass sie mit dem Griffel in eine Querreihe auf die untere Seite der fast wagrechten Blume zu liegen kommen, drei rechts und drei links von diesem, wobei der unpaare Staubbeutel des inneren Kreises (2 m) der äusserste wird nach der Vorderseite der Aehre zu; sieht man also gerade in die Blume hinein, so sieht man diesen Staubbeutel abwechselnd die äusserste Linke und die äusserste Rechte der Querreihe einnehmen, während der unpaare Staubfaden des äusseren Kreises (1 m) abwechselnd rechts und links von der Narbe liegt. Die Staubbeutel des inneren Kreises überragen dabei etwas die des äusseren. Alle aber sind so gedreht, dass sie geöffnet ihren Blüthenstaub nach oben kehren. Dies wird erreicht durch eine bei dem inneren unpaaren Staubfaden (2 m, Fig. 7) sehr augenfällige schraubenförmige Drehung, die bei den paarigen Staubfäden beider Kreise weniger bedeutend ist (Fig. 8), und bei dem unpaaren äusseren Staubfaden ganz fehlt.

Die Flor. bras. bringt über die Staubgefässe von *Vr. platynema* mehrere Angaben, die man, ohne diese Art zu kennen, als falsch bezeichnen darf. So (S. 551) „filamentis S-formiter curvatis“. Was sollte wohl eine S-förmige Krümmung in einer Ebene nützen? Doch dieser Irrthum ist zu verzeihen; zwischen Papier in eine Ebene gepresst muss ja die Schraubenlinie in Form eines **S** erscheinen. Bedenklicher ist schon, dass alle Staubfäden als „S-formiter curvata“ beschrieben werden; jedenfalls wird bei allen ähnlichen Arten der unpaare äussere Staubfaden gerade sein, da jede Drehung oder Biegung desselben nicht nur überflüssig, sondern selbst nachtheilig wäre. Vollkommen unverständlich aber und unglaublicher als je ist mir, seit ich eine nächstverwandte Art kenne, die Angabe: „antheris latere agglutinatis tubum efformantibus“.

Wie die anderen mir bekannten Arten der *Xiphion*-Gruppe (*Vr. tessellata* und *unilateralis*), ist auch diese Art eine Nachtblume. Die Blumen öffnen sich bisweilen schon bei Sonnenuntergang oder vor voller Dunkelheit, meist in den ersten Stunden der Nacht, bisweilen erst gegen Mitternacht oder noch später, um sich im Laufe des nächsten Vormittags wieder zu schliessen. Sie besitzen einen für menschliche Nasen sehr widerlichen Geruch, den man allgemein dem unserer Gambás (Beutelratten) sehr ähnlich findet. Glücklicherweise muss man der Blume sehr nahe kommen, um ihn zu riechen, während

unsere Stinkdame *(Dictyophora)* sich weithin bemerklich macht und eine einzige Blume von *Magnolia pumila* wohl auf 100 m im Umkreis mit ihrem süssen Dufte die Luft durchwürzt.

Die Grösse der Honigdrüse entspricht der Menge des Honigs, die 0,4 bis 0,5 ccm zu betragen pflegt. Anfangs durfte ich die Blumen bis zum Morgen unbedeckt lassen, um ihnen dann den Honig zu entnehmen, sobald sich aber einmal nächtliche Liebhaber für diesen gefunden, war es sehr schwer, diese Gäste abzuhalten. Erwischt habe ich keinen derselben.

Zum Schlusse ein Wort über das Vorkommen unserer Art. Wie erwähnt, fand sie Alfred Möller auf dem Spitzkopf. Häufig sahen wir sie in dem ebenfalls hoch gelegenen Urwalde am Rio Santa Maria; von dort stammt auch die Pflanze, die in meinem Garten blühte, und dort sah mein Enkel Pflanzen mit über doppelt so langen Aehren. Diesen beiden Standorten auf Blumenauer Gebiet stehen etwas weiter nordwärts gegenüber die beiden Standorte der *Vriesea platynema* an der Serra im Westen von Joinville und im Walde bei São Bento. — In ähnlicher Weise scheint die *Billbergia Schimperiana* von São Bento in Santa Maria vertreten zu sein durch *B. nutans*. Jene habe ich seit Jahren im Garten, ohne je Zähnchen an ihren Blättern zu bemerken; dagegen sind die äusseren Blätter junger Triebe stets mit einigen Zähnchen bewehrt bei einer Pflanze, die mein Enkel von Santa Maria mitbrachte. — Ferner stehen sich schon die *Aechmea Henningsiana* von São Bento und die *Aechmea Platzmanni* des Itajahygebietes. — Es ist eine müssige Frage, ob man jedes dieser drei Paare als je zwei Arten oder als zwei Abarten einer einzigen Art anzusehen habe; jedenfalls ist es weit bequemer, *Aechmea Schimperiana* zu schreiben als *Aechmea nutans var. Schimperiana.*

Anmerkung. Das „solemnissime" der Flor. bras. habe ich mit „feierlichst" übersetzt, wie in der ersten Reihe dieser Bemerkungen „solemniter" stets mit „feierlich"; dort hat man einige Mal (S. 315) aus dem „feierlich" meiner Handschrift in Berlin „gewöhnlich" gemacht und es ist vergessen worden, vor dem Drucke das allein richtige „feierlich" wiederherzustellen. Ich würde darüber kein Wort verlieren, würde nicht dadurch der Sinn des Wortes in sein gerades Gegentheil verkehrt sowohl dem allgemeinen Sprachgebrauch als dem gegenüber, was die Flor. bras. mit dem Worte sagen will. Sarrazin übersetzt in seinem vortrefflichen Verdeutschungswörterbuch „solenn" mit „feierlich, festlich, mit Gepränge" jedenfalls also aussergewöhnlich, ungewöhnlich, und nur in diesem Sinne habe ich bisher im Lateinischen das Wort „solemnis", sowie die davon abgeleiteten Worte im Portugiesischen, Spanischen,

Italienischen, Französischen und Englischen angewendet gefunden. Im Holländischen, Dänischen und Schwedischen erinnere ich mich nicht, dem Worte begegnet zu sein. Vielleicht fehlt es diesen Sprachen, die sich ja von Fremdwörtern viel reiner gehalten haben als wir Deutschen. Auch bei Mez bedeutet sein Lieblingswort „solemniter" (allein in der Gattung *Vriesea* kommt es über ein Dutzend Mal, „solemnissime" mindestens ein halb Dutzend Mal vor) ausnahmslos etwas Un- oder Aussergewöhnliches. Es genügt, den vorliegenden Fall zu betrachten; die „bracteae solemnissime linea arcuata decurrentia" der *Vriesea Regnelli* wird sicher niemand als „höchst **gewöhnlich** in gekrümmter Linie herablaufend" übersetzen wollen; das hiesse ja sagen, dass sie es bisweilen auch nicht thun, während Mez, wie ich ihn verstehe, sagen will, dass sie es nicht nur immer thun, sondern auch in **ganz ungewöhnlich** augenfälliger Weise. — Für „gewöhnlich" hat Mez das Wort „sueto"; so, um ein Beispiel zu geben, wo beide Worte zusammen vorkommen, in der Beschreibung der Vriesea regina (S. 570): „bracteolis florigeris . . . solemnissime naviculari-concavis secus medium sueto conspicue inflatis".

Die gute Absicht, die zu dieser unbewussten Fälschung meiner Uebersetzung geführt hat, ist unschwer zu errathen.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—17 gehören zu Vriesea Gambá.

Fig. 1. Spitzen von 4 Blättern, 1:1.

Fig. 2—5. Stücke von 4 Blättern, die dunklen Querlinien zeigend, 1:1.

Fig. 6. Anordnung der Staubbeutel in der geöffneten Blume. *A* Achse der Blume. *n*, *n* Narben.

1^m, 1^l, 1^r / 2^m, 2^l, 2^r } unpaarer, linker, rechter Staubbeutel des { äusseren / inneren } Kreises.

Fig. 7. Unpaares Staubgefäss des inneren Kreises, 1:1.

Fig. 8. Eines der paarigen Staubgefässe, 1:1.

Fig. 9. Ende des unpaaren Staubgefässes des äusseren Kreises, 1:1.

Fig. 10. Rückenseite desselben, 3:1.

Fig. 11. Unteres Ende des Staubbeutels von demselben, Rückenansicht.

Fig. 12. Querschnitt durchs obere Ende des Staubfadens.

Fig. 13. Längsschnitt durch den Stiel, 1:1.

Fig. 14 und 15. Querschnitt durch den unteren und den oberen Theil des Stieles, wenig vergrössert.

Fig. 16 und 17. Stücke der Honigdrüse, 15:2.

Blumenau, 8. Januar 1897.

XII. Die Honigdrüsen von Vriesea.

Ueber die Honigdrüsen der Tillandsieen finde ich in den mir zugänglichen Schriften nur die Angabe von Wittmack (Nat. Pflanzenfam. II, 4 S. 37), dass die die drei Scheidewände des Fruchtknotens der Länge nach durchziehenden Septaldrüsen „bei ober-

ständigem Fruchtknoten an dessen Basis in drei Schlitzen nach aussen münden. Eine Abbildung für irgend eine hieher gehörige Art habe ich weder gesehen noch angeführt gefunden und so dürften einige, verschiedenen Vriesea-Arten entnommene Abbildungen nicht unwillkommen sein. Bei keiner der von mir untersuchten Arten liegt die Honigdrüse im eigentlichen Fruchtknoten, sondern unterhalb desselben im Blüthenstiele, den sie zuweilen, wie bei *Vriesea Gambá* zum grösseren Theile ausfüllt (Fig. 13). Auch, wo sie nicht so mächtig entwickelt ist, fällt sie auf Querschnitten des Stieles meist sofort in die Augen. So zeigt Fig. 21 *a* einen Querschnitt durch den unteren Theil des Blüthenstieles von *Vriesea ensiformis*; von einem nahe der Mitte liegenden Punkte gehen drei zarte dunkle Linien aus, nahezu gleiche Winkel von etwa 120° mit einander bildend; nach verschieden langem Verlauf gabelt sich jede der drei Linien in zwei Aeste, die mit ihr und unter einander wieder nahezu gleiche Winkel bilden und von den sechs Aesten zeigen drei nochmals eine ähnliche Gabelung. Diese verästelte dunkle Linie ist eingefasst von einem schmalen hellen Saum, der sich scharf abhebt von dem umgebenden Gewebe des Stieles. Die dunkle Linie ist ein feiner Spalt, in welche der helle Saum, die eigentliche Honigdrüse, ihren Honig absondert. — Fig. 21 *b* zeigt einen Schnitt durch eine höher liegende Stelle desselben Stieles mit viel weiter vorgeschrittener Verästelung des Honigspaltes. An diesen Schnitten war keine bestimmte Beziehung der Verästelung zu den Scheidewänden des Fruchtknotens zu erkennen; ebensowenig in dem Querschnitte der Fig. 19, welcher dem Blüthenstiele von *Vriesea erythrodactylon* entnommen ist. Dies ist nicht einmal bei dem Schnitte der Fig. 20, von *Vriesea rubida*, der Fall, obwohl dieser so hoch geführt ist, dass er schon das unterste Ende der drei Fruchtfächer *(f)* trifft; die Aeste der Honigdrüse sind ebenso reichlich nach diesen Fruchtfächern wie nach den dazwischen liegenden Theilen des Umfangs gerichtet.

Dagegen sieht man in Fig. 22, von *Vriesea incurvata*, wo der Ausgangspunkt der Verästelung deutlich zu erkennen ist, dass sich die Hauptäste der Drüse zwischen den Fruchtfächern ausbreiten, also in ihrer Lage den Scheidewänden entsprechen. — Drückt man einen dünnen Querschnitt des Stieles zwischen Glasplatten oder schneidet ihn vom Rande aus ein und biegt ihn auseinander, so sieht man (Fig. 16 und 17), dass durch die sich verästelnden Honigspalten der Stiel von der Mitte aus in eine Menge keilförmige, mit zackigen Rändern ineinander greifende Stücke zerklüftet wird. Wie kommen

nun diese Honigspalten, die den Stiel von unten nach oben durchziehen und dabei von der gemeinsamen Mitte aus in immer zahlreichere, aussen blind endende Aeste sich spalten, — wie kommen sie dazu, am Grunde des Fruchtknotens mit drei einfachen „Schlitzen" auszumünden?

Die drei Schnitte der Fig. 18, von *Vriesea scalaris*, scheinen eine befriedigende Antwort nahe zu legen. Die Honigdrüse nimmt hier nur den oberen Theil des ziemlich langen und dünnen Blüthenstieles ein. In der Höhe von *a* hat die Verästelung des Honigspaltes kaum begonnen; hier wie in *b*, etwa aus der Mitte der Drüse, ist der Spalt eingefasst von der hellen Drüsenschicht; in *c* dagegen, am Grunde des Fruchtknotens, sind nur noch die drei, zackig gebogenen Hauptäste desselben zu sehen und zwar vollständig ohne jeden Drüsenbelag; sie sind zu einfachen Ausführungsgängen geworden, die in der Richtung der Scheidewände nach aussen verlaufen und hier sich plötzlich sehr ansehnlich erweitern. Selbstverständlich stehen diese zackigen Ausführungsgänge in voller Länge nach unten in offenem Zusammenhang mit den in *b* gezeichneten Honigspalten.

Erklärung der Abbildungen.

Querschnitte der im Blüthenstiele gelegenen Honigdrüse von *Vriesea scalaris* (Fig. 18), *erythrodactylon* (Fig. 19), *rubida* (Fig. 20), *incurvata* (Fig. 21) und *ensiformis* (Fig. 22). In Fig. 18*c*, 20 und 22 ist in *f* das untere Ende der Fruchtfächer getroffen.

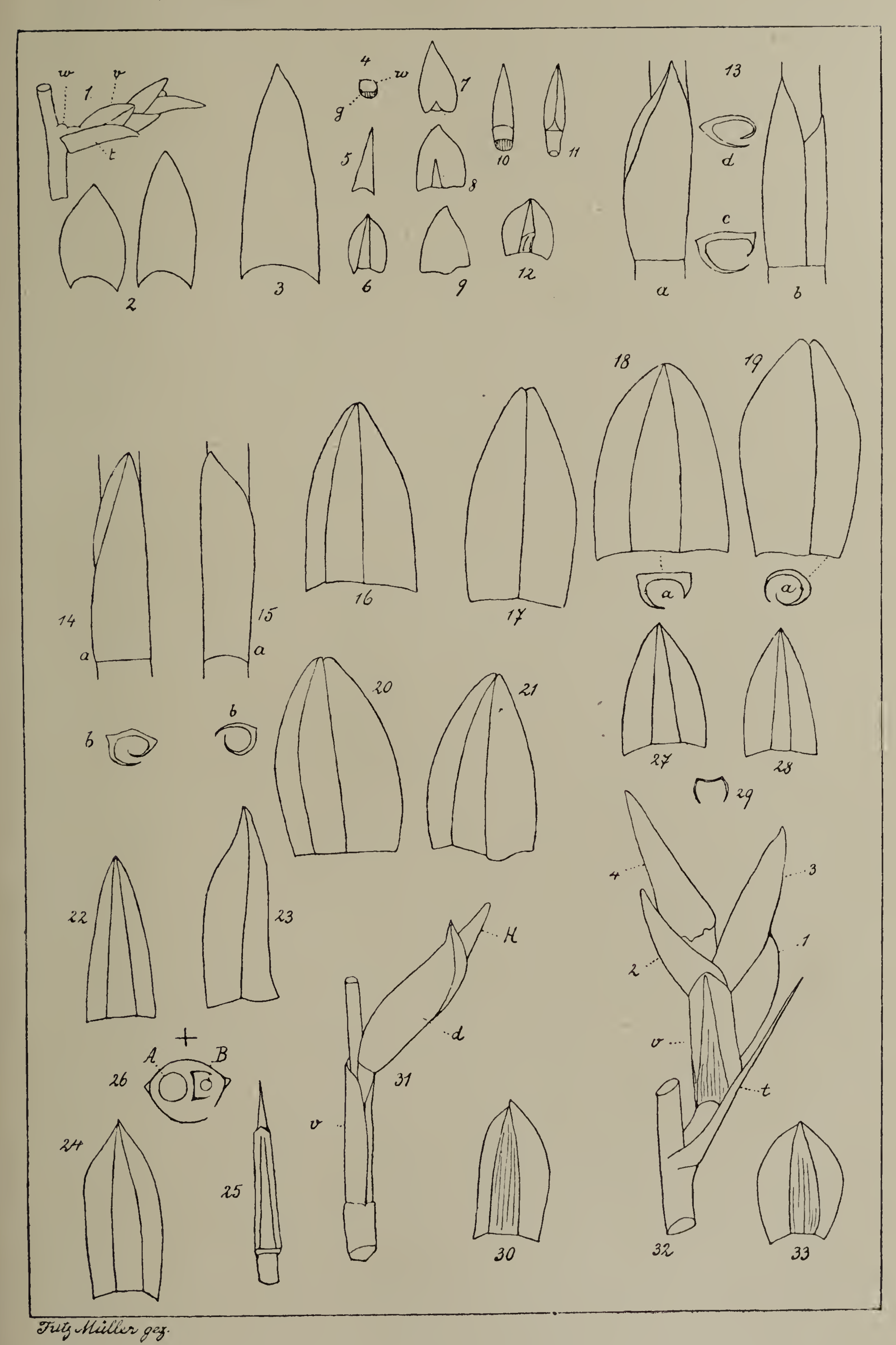
Blumenau, 9. Januar 1897.

Für die Abschnitte I bis VIII (Bd. 82, Heft 3) möchte ich um die Berichtigung folgender Druckfehler bitten:

S. 319, Z. 19 v. o.: statt: veranlagten soll stehen: veranlassten;
S. 324, Z. 12 v. o.: zwischen: der und Flor. schalte ein: in der;
S. 326, Z. 12 v. o.: zwischen: Lindeni, und in schalte ein: wächst.

Einige wenige andere sind leicht als solche zu erkennen und stören den Sinn nicht.

F. M.



Fritz Müller gez.

Einige Bemerkungen über Bromeliaceen.

Von

Fritz Müller.

Hierzu Tafel IX.

XIII. Die Vorblätter einiger Tillandsieen.

Eichler sagt (Blüthendiagramme I, S. 166) von den Bromeliaceen: „Die Blüthen stehen einzeln und vorblattlos in den Achseln der Deckblätter“ und fügt in einer Anmerkung hinzu: „doch sollen bei *Navia* die Blüthen in den Achseln der Deckblätter büschlig gehäuft und mit Vorblättern versehen sein.“

Wittmack bemerkt (Nat. Pflanzenfam. II, 4, S. 36): „Ein typisches Vorblatt scheint nur bei der Section *Amphilepis* der Gattung *Aechmea,* sowie bei *Navia* vorzukommen.“

Navia kenne ich aus den Abbildungen (Taf. 96) und Beschreibungen (S. 509) der Flora brasiliensis, *Amphilepis* nur aus Baker's kurzer Beschreibung der *Aechmea bracteata* (Handb. of the Brom. S. 55); ich vermag mir daraus kein Urtheil zu bilden über Lage und Beschaffenheit, selbst nicht über das Vorhandensein der Vorblätter, welches mir in beiden Fällen sehr fraglich erscheint.

Unverkennbare, sofort ins Auge springende Vorblätter hat dagegen Herr J. Pohl auf Taf. 103 der Flora brasil. bei *Tillandsia triticea* (oder, wie sie dort heisst, *Vriesea Luschnattii*) gezeichnet; das erste Blatt an jedem der zweizeilig gestellten und zweizeilig geordnete Blumen tragenden Aste des Blüthenstandes liegt an der Oberseite des Astes („adossirt“) und ist blüthenlos. Da die Beschreibung dieser Art (S. 556) der so deutlich gezeichneten Vorblätter nicht gedenkt, will ich hinzufügen, dass sie nicht nur „adossirt“, sondern auch „zweikielig“ sind (Fig. 6) und sich dadurch als „typische“ Monocotylenvorblätter ausweisen (vergl. Eichler a. a. O. S. 20). Auch aus den Achseln des zweiten und selbst des dritten Blattes tritt nicht an allen Aesten eine Blume hervor (s. die Abbildung der Flora bras.); allein in allen solchen Fällen, die ich untersuchte, fand ich in der Blattachsel wenigstens eine unentwickelt gebliebene Knospe (Fig. 7 und 8). Dies scheint namentlich bei den untersten Aesten vorzukommen, während umgekehrt bei den oberen auch das zweikielige Vorblatt nicht immer ganz leer ist, sondern bis-

weilen in seiner Achsel ein winziges, unentwickeltes Knöspchen trägt. (Fig. 12.)

Während die Flora bras. bei *Tillandsia triticea* über die abgebildeten Vorblätter schweigt, erwähnt sie dieselben unter den mir zugänglichen Arten bei *Vriesea tessellata* und *glutinosa.* Von *Vr. tessellata* heisst es (S. 559) „ramulis . . . prophyllis binis stricte erectis tubulosis, dorso subcarinatis, apice rotundatis, longe distantibus proditis.“ — Ich untersuchte einen in vor Kurzem geschlagenem Walde erbeuteten mittelgrossen Blüthenstand, der beim Fallen des Baumes die Spitzen der meisten Aeste und der Endähre verloren hatte. Der letzte 21ste Ast stand 92 cm über dem ersten; vollständig waren nur die Aeste 7—10—12—13 und 14, alle etwa 4 dm lang; 7 trug 13, 10 und 12 je 12, 13 und 14 je 11 Blumen. — Die Stellung der Aeste war 8. 0. 5, das soll heissen: die von einem als Ausgangspunkt genommenen Ast **0** durch die Aeste 8 und 16 gehende Linie war deutlich nach links, die durch 0. 5. 10 und 15 gehende nach rechts geneigt. Die Linie 0. 13 schien genau lothrecht zu sein. Die Länge der Tragblätter sank von 17 cm am ersten bis auf 3,5 cm am 21sten Aste. — Das erste Blatt jedes Astes ist dem Stengel zugekehrt („adossirt“) und zweikielig, also ein typisches Monocotylenvorblatt (Fig. 16, 18, 20, 21); es steht meist 5—5,5 cm über dem Ursprung des Astes und erreicht meist reichlich 2,5 cm Länge. Das zweite Blatt steht stets rechts, etwa doppelt so hoch und ist etwa so lang, wie das erste; es ist blüthenlos vom ersten bis zum 17ten Ast, während es an den obersten 4 Aesten eine Blüthe in seiner Achsel trug. So stehen die ersten Blumen an den 17 ersten Aesten in der Achsel des dritten Blattes, also links, an den vier letzten Aesten in der Achsel des zweiten Blattes, also rechts.

Von der Endähre war nur ein etwa 33 cm langes Stück erhalten mit 9 Blättern, deren erstes 3 cm über dem letzten Aste stand. Nur in den Achseln des 8ten und 9ten Blattes stand eine bereits verblühte Blume; in den Achseln der 7 ersten fand sich eine winzige, flache, fast halbkreisförmig vorspringende farblose Schuppe, von etwa 0,5 mm Halbmesser.

Ob die Endähre immer mit solchen blüthenlosen Blättern beginnt? — Bei einer vor 4 Jahren (am 2. 2. 93) untersuchten Rispe von 1,55 m Höhe und mit 27 Aesten folgten dem letzten Aste: „sechs leere, anliegende, grüne Deckblätter, 4—2,8 cm lang, und diesen ein 21 cm langes Stück der unvollständigen Endähre mit 12 zweizeilig geordneten Blumen.“ Die Zahl der leeren Blätter der Endähre war

also fast genau dieselbe wie jetzt. — Es war bei dieser Rispe die Anordnung der Aeste ebenfalls 8. 0. 5. — Bei den ersten Aesten fanden sich unter der ersten Blume „2 leere Blätter" und die erste Blume stand links, aber so nur bis zum 6ten Aste. Beim 7ten Aste finde ich vermerkt: „11 Blumen, 1—5 verblüht, erste Blume rechts, nur ein leeres Blatt unter der ersten Blume, wie bei allen folgenden."

Bei einer Rispe, die jetzt in meinem Garten blüht und die auch schon im Walde ihre Endähre verloren und nur die untersten 11 Aeste behalten hat, finden sich 2 Vorblätter mit links stehender erster Blume an den Aesten 1—5, sowie 9 und 10, dagegen nur ein Vorblatt und rechts stehende erste Blume an den Aesten 6 bis 8 und 11. — Man sieht, die „prophylla bina" sind kein besonders beständiges Merkmal.

Von den rispentragenden *Vriesea*-Arten der *Xiphion*-Gruppe ist *Vr. tessellata* die einzige, die ich hier gefunden habe; reicher sind hier die rispentragenden *„Euvrieseae genuinae"* vertreten; fast alle scheinen ein typisches Monocotylenvorblatt zu besitzen. So *Vriesea Philippo-Coburgi,* Schimper's „mächtige *Vriesea* mit rothen Blattspitzen". — Sieht man von oben auf eine dem Aufblühen nahe Rispe dieser Art, so fallen sofort die von den grünen Aesten scharf sich abhebenden purpurrothen Vorblätter in die Augen. An einer vor Kurzem untersuchten Rispe mit abgebrochener Spitze und zum Theil stark beschädigten Aesten waren die drei untersten Aeste nicht zu voller Entwickelung gelangt, ganz im Tragblatt versteckt, bleich, die beiden ersten 1,5 und 2,4 cm lang, ohne deutliche Blätter; am dritten 4,2 cm langen Aste liessen sich schon ein adossirtes Vorblatt und 3 weitere Blätter unterscheiden, das dritte mit Knospe. Ueber diesen waren noch 27 Aeste erhalten in 5. 0. 8 Stellung, von denen der letzte fast 1 m über dem ersten stand. Vom 4ten bis 12ten trugen die Aeste ein adossirtes, zweikieliges, 23—28 mm langes Vorblatt (Fig. 22) 34—41 mm über dem Grunde; 4,2—5 cm über dem Vorblatt stand links das erste Blatt des Astes, welches in seiner Achsel bald einen Zweig, bald eine Blume trug. Das achte Blatt trug 3 Zweige, deren jeder wieder ein Vorblatt besass und dessen erste Blume links stand.

Auch am 13ten Aste stand (wie gewöhnlich, links) 4,4 cm über dem Vorblatt ein erster und 3,3 cm höher ein zweiter Zweig, beide mit je 4 Blumen. Ausserdem aber entsprang aus der Achsel des Vorblatts rechts vom Aste (s. den Grundriss Fig. 26) eine kurzgestielte

mit 17 mm langem, dem Aste zugekehrtem, zweikieligem Vorblatt versehene Blume (Fig. 25).

Statt der Einzelblume des 13ten Astes entsprang am 14ten bis 17ten Aste aus der Achsel des zweikieligen Vorblattes rechts vom Aste ein Zweig, der seinerseits wieder in etwa 2 cm Höhe ein zweikieliges Vorblatt trug. So war vom 14ten bis zum 17ten Aste das Vorblatt zugleich Tragblatt des ersten Zweiges. Vom 18ten Aste an war es nur noch dieses, ein gewöhnliches, nicht mehr zweikieliges Tragblatt. Dass dieses dem Vorblatte der unteren Aeste entspricht, würde sich (auch wenn die Aeste 13—17 den Uebergang nicht zeigten) schon daraus ergeben, dass vom 18ten Aste an der erste Zweig nicht wie an den unteren Aesten an der linken, sondern an der rechten Seite des Astes entspringt. — Es erinnert dies an *Tillandsia triticea*, wo an den oberen Aesten der Blüthenstände das zweikielige Vorblatt bisweilen in seiner Achsel ein unentwickeltes Knöspchen trägt, und an *Vriesea tessellata*, wo von den zwei Vorblättern der unteren Aeste das zweite an den oberen Aesten in seiner Achsel eine Blume hat, also zum Deckblatt wird.

Ein Vorblatt wird in der Flora brasiliensis auch von *Vriesea procera* beschrieben, mit welcher vielleicht die häufigste der *Vriesea*-Arten unseres Waldes (*Vr. catharinensis F. M.* in lit.) zusammenfällt. Wort für Wort passt wenigstens, wie auch sonst fast alles, was dort (S. 539) von dem Vorblatte gesagt wird, die Aeste seien 10 mm vom Grunde mit einem „prophyllo tubulose erecto peradpresso ochreiformi“ versehen. Fig. 27 und 28 zeigen zwei ausgebreitete Vorblätter dieser Art und Fig. 29 einen Querschnitt eines solchen. Mit dieser Art stimmt in Betreff der Vorblätter vollständig überein ein hier wiederholt gefundener Mischling zwischen ihr und der kaum minder häufigen *Vriesea rubida*, von welchem Fig. 30 das ausgebreitete Vorblatt des ersten, Fig. 31 das eng den Ast umschliessende, mit seinem rechten Rande den linken deckende Vorblatt des zweiten Astes zeigt.

Das unerwartetste Vorkommen eines noch dazu besonders schönen und augenfälligen Vorblattes bot mir endlich *Vriesea rubida* selbst. Diese Art bildet bekanntlich mit der wenig verschiedenen *Vr. pomulata* eine besondere, durch einfache Aehren mit allseitswendigen Blumen gekennzeichnete Untergattung *Conostachys*. An solcher „inflorescentia simplicissima quaqua versa“ war selbstverständlich ein Vorblatt von Aesten unmöglich. Allein wie man fast jedes Jahr mehrere Aehren von *Aechmea calyculata* findet, unterhalb deren

sich ein oder mehrere (bis sechs!) Aeste entwickelt haben (auch Baker, Handb. of Brom. S. 59, erwähnt eine solche, von Morren abgebildete), — so trägt jetzt eine Pflanze von *Vriesea rubida,* die seit 5 Jahren in meinem Garten nur einfache Aehren gebracht hat, unterhalb der ungewöhnlich kräftigen Endähre noch zwei Aeste und jeder dieser Aeste ist mit einem recht ansehnlichen, wie Schaft, Aeste, Trag- und Deckblätter dunkelpurpurrothen Vorblatte ausgestattet. Das Vorblatt steht etwa 1 cm über dem Grunde des Astes, ist 18 mm lang, 13 mm breit und mit zwei sehr augenfälligen Kielen versehen.

Es bleibt mir noch ein Wort über *Vriesea glutinosa* zu sagen. In der Flora bras. werden ihr im Schlüssel der Arten (S. 514): „Inflorescentiae ramuli inferiores saltem prophyllo (bractea sterili) aucta“ zugeschrieben. Weiteres darüber erfährt man nicht, da das Vorblatt in Diagnose und Beschreibung nicht wieder erwähnt wird.

Mir ist ein solches Vorblatt noch nicht vorgekommen. In meinem Garten habe ich jetzt zwei kräftige, 1,8 und 2 m hohe Blüthenstände, deren etwa 0,7 m lange Rispen aus je 8 Aesten und einer über spannenlangen Endähre bestehen. Bei der einen ist am untersten Aste aus der Achsel des ersten Deckblatts allerdings keine Blume hervorgetreten, wohl aber findet sich da eine verwelkte etwa 1 cm lange Knospe; auch die ersten Blumen des zweiten und dritten Astes sind nicht zu voller Entwickelung gekommen, obwohl ihre Kelche aus den Deckblättern hervorgetreten und fast zu gehöriger Länge herangewachsen sind. Ebenso verhielt sich die erste Blume am zweiten Aste der anderen Pflanze, während sie am ersten Aste zum Blühen kam.

Vor zwei Jahren blühten in meinem Garten drei Rispen der *Vriesea glutinosa*. Bei zweien war die erste Blume aller Aeste wohlentwickelt; bei der dritten Pflanze kam sie am dritten Aste nicht zum Blühen, wohl aber am ersten und zweiten! — Wenn bei meinen kräftig wachsenden Pflanzen die erste Blume der untersten Aeste öfter nicht zu voller Entwickelung gelangte, so mag sie bei schwächlichen Pflanzen — und nur solche sind ja bei dieser oft über mannshohen Art bequem zu Heu zu verarbeiten — leicht zu an trockenem Heu schwer nachweisbaren Spuren verkümmern oder auch wirklich fehlen. Jedenfalls aber fehlt dieser Art ein „typisches“ adossirtes, zweikieliges Vorblatt.

Blumenau, 1. Februar 1897.

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1—12. *Tillandsia triticea.*

Fig. 1. Der untere Theil eines Astes. *t* Tragblatt. *v* Vorblatt. *w* Wulst am Grunde des Astes, durch deren Wachsen der Winkel zwischen Stengel und Ast sich allmählich vergrössert.

Fig. 2. Tragblätter vom oberen Theil des Blüthenstandes.

Fig. 3—12. Vom zweiten Aste. 3 Tragblatt. 4 Querschnitt vom Grunde des Astes (*g* Gefässbündel. *w* Wulst). 5 Vorblatt von der Rückenseite. 6 dasselbe, ausgebreitet. 7 und 8 zweites und drittes Blatt, mit verkümmerter Knospe. 9 viertes Blatt, in dessen Achsel die erste Blume steht. 10 und 11 eine Knospe von der dem Aste zu und der davon abgewendeten Seite. Fig. 11 zeigt, dass das Vorblatt die Knospe vollständig anschliesst und mit seinem rechten Rande den linken deckt. 12 eines der oberen Vorblätter, in der Achsel eine verkümmerte Knospe tragend.

Fig. 13—21. *Vriesea tesselata.*

Fig. 13. Erstes Blatt des fünften Astes. *a* Unterseite, *b* Oberseite, *c* und *d* Querschnitte am Grunde und 1 cm höher.

Fig. 14 und 15. *a* erstes und zweites Blatt des 15ten Astes. *b* Querschnitte derselben.

Fig. 16 und 17. Erstes und zweites Blatt des zweiten Astes, von der Rückenseite, ausgebreitet.

Fig. 18 und 19. Ebenso vom 14ten Aste. *a* Querschnitte der beiden Blätter.

Fig 20 und 21. Erstes Blatt des 20sten und 21sten Astes, ausgebreitet.

Fig. 22—26. *Vriesea Philippo-Coburgi.*

Fig. 22. Vorblatt des 4ten Astes, ausgebreitet.

Fig. 23 und 24. Tragblatt und Vorblatt des 13ten Astes, ausgebreitet.

Fig. 25. Knospe mit 2kieligem Vorblatte in der Achsel des Vorblattes Fig. 24.

Fig. 26. Grundriss dieses knospentragenden Vorblattes. + Achse des Blüthenstandes. *A* Ast. *B* Blumenknospe.

Fig. 27 und 28. Vorblätter von *Vriesea catharinensis,* ausgebreitet. Fig. 29. Querschnitt eines solchen.

Fig. 30 und 31. *Vriesea catharinensis* × *rubida.* Fig. 30. Vorblatt des ersten Astes ausgebreitet.

Fig. 31. Vom 2ten Aste. *v* Vorblatt. *d* Deckblatt und *k* Kelch der ersten Blume.

Fig. 32 und 33. *Vriesea rubida.* 32 vom ersten Aste. *t* Tragblatt. *v* Vorblatt. 1—4 Deckblätter der 4 ersten Blumen. 33 das Vorblatt ausgebreitet.

Ein Versuch mit Doppelbestäubung.

Von
Fritz Müller.

Wird eine Blume gleichzeitig mit zweierlei Blüthenstaub bestäubt, von welchem jede Art für sich keimfähige Samen erzeugen würde, so lässt sich ein mehrfach verschiedenes Ergebniss denken:

I.

Es kann der eine unbeeinflusst durch den anderen zur Wirkung kommen, der andere völlig wirkungslos bleiben. So fand Kölreuter bei verschiedenen Arten von Nicotiana und Gärtner bei diesen und einigen Arten von Dianthus, „dass aus der gleichzeitigen Bestäubung der genannten Arten mit verschiedenen Pollenarten keine Vermischung der Charaktere in den Produkten erfolgt, . . . noch dass der eine Pollen eine gewisse Zahl der Eichen befruchtet, der andere aber eine andere; sondern es fand nur eine gleichförmige Befruchtung durch eine von den Pollenarten statt, nämlich durch denjenigen Pollen, welcher die stärkste Wahlverwandtschaft zur weiblichen Unterlage hatte.“ [1]) Wahrscheinlich ist dies der bei weitem häufigste Fall, und man kann daher oft Doppelbestäubung anwenden, um zu entscheiden, welche von zwei Arten die grössere Wahlverwandtschaft zu einer dritten hat. Sicherlich aber berechtigte das Ergebniss der von Kölreuter und Gärtner an wenigen Arten aus nur zwei Gattungen angestellten Versuche nicht, dasselbe ohne Prüfung durch neue Versuche „in einer Bücherstube Einsamkeit“ zu einem die gesammte Blumenwelt beherrschenden Gesetze zu erheben, das noch heute „wie eine ew'ge Krankheit“ sich von Lehrbuch zu Lehrbuch forterbt.

Als ich zum ersten Male, vor mehr als 25 Jahren, zu dem angegebenen Zwecke an Abutilon-Arten Doppelbestäubungen machte, erhielt ich in allen fünf Fällen aus ein und derselben Frucht zweierlei Sämlinge. [2])

Gewöhnlich wird auch heute noch jenem Gesetze hinzugefügt, dass bei gemischter Bestäubung der Blüthenstaub der eigenen Art den jeder fremden Art verdränge, trotzdem schon längst eine sehr grosse Zahl (Tausende) von Jahre lang fortgesetzten Versuchen eine Menge „Beispiele von Unfruchtbarkeit als Folge zu naher Verwandtschaft“ geliefert hatte. [3]) Man würde bei den zu jenen Versuchen benutzten Abutilon-Arten mit Sicherheit darauf rechnen können, wenn man die Blume einer Pflanze mit Blüthenstaub eines nahen Verwandten (des Vaters, der Mutter, des Bruders u. s. w.) und zugleich mit dem einer fremden Art bestäubte, dass dann einzig dieser letzte zur Wirkung käme. Uebrigens hätte ja schon die weite Ver-

1) Gärtner, Versuche und Beobachtungen über die Bastarderzeugung im Pflanzenreich, 1849, S. 36.

2) Jenaische Zeitschr. f. Naturw. VII, S. 42.

3) a. a. O., S. 441.

breitung der Selbstunfruchtbarkeit unter den Blüthenpflanzen hier vorsichtig machen müssen. Es gilt hier das Wort Focke's, dessen vortreffliches Buch über Pflanzenmischlinge von den Compendienschreibern meist unbeachtet gelassen wird: „Allgemeine Gesetze und Regeln über diese Beziehungen lassen sich nicht aufstellen; jeder einzelne Fall will für sich untersucht und beurtheilt werden. Für jeden Stempel einer Aërogamen-Blüthe muss eine bestimmte Sorte Blüthenstaub die wirksamste sein. Gewöhnlich wird dies Blüthenstaub eines anderen Exemplars der nämlichen Art sein. Bleibt solcher aus, so vermag in der Regel der eigene Blüthenstaub desselben Exemplars die normale Befruchtung zu vollziehen. Blüthenstaub einer fremden Art steht an befruchtender Kraft stets dem wirksamsten der eigenen Art nach, kann sich aber viel wirksamer erweisen als der des eigenen Stockes.“ (Pflanzenmischlinge, S. 447).

II.

Es können bei gleichzeitiger Bestäubung mit zweierlei Blüthenstaub, ganz wie in Gärtner's Versuchen mit „successiv-gemischter Bestäubung“, beide Arten zu voller Wirkung kommen, indem ein Theil der Samenanlagen durch die eine, ein anderer durch die andere Art des Blüthenstaubes befruchtet wird, wobei „jeder Pollen für sich und unabhängig von dem anderen wirkt, und keine Modification des einen durch den anderen in den Produkten stattfindet“ (Gärtner, a. a. O. S. 52). Dies ist z. B. der Fall bei Ruellia formosa und silvaccola. Nach gleichzeitiger Bestäubung einer Blume mit Blüthenstaub der eigenen und der fremden Art erhält man aus derselben Frucht sowohl die reine mütterliche Art, wie den Mischling aus beiden Arten, in nichts verschieden von denen, die man bekommt durch Bestäubung zweier verschiedener Blumen mit je einer der beiden Arten von Blüthenstaub.[1])

Ob der oben erwähnte Fall von zweierlei Sämlingen aus derselben Frucht von Abutilon hieher gehört, kann ich nicht sagen, da ich meine Beschäftigung mit diesen Pflanzen sehr wider meinen Willen unterbrechen musste, bevor diese Sämlinge zur Blüthe kamen. Ich bezweifle nicht, dass, wer darauf ausgeht, leicht andere ähnliche

1) F. Müller, Mischlinge von Ruellia formosa und silvaccola (Abhandl. Naturw. Ver., Bremen. 1892. S. 379). Ich möchte diese Gelegenheit benutzen zur Berichtigung eines sinnentstellenden Druck- oder Schreibfehlers. Statt „ungleichzeitige“ muss es S. 381, Z. 24, heissen: „gleichzeitige“.

Fälle finden wird; selbstverständlich wird man sich vor dem entscheidenden Versuche durch Vorversuche überzeugt haben müssen, dass die beiden Arten von Blüthenstaub mit der weiblichen Unterlage gleich viel keimfähige Samen und gleich kräftige, sowie gleich fruchtbare Sämlinge erzeugen.

III.

Es kann beiderlei Blüthenstaub seine Einwirkung auf ein und denselben Samen geltend machen. So nahm schon Kölreuter, der Begründer der Lehre von der Bastardbefruchtung der Pflanzen, an, dass bei Pflanzen, welche mit Blüthenstaub fremder Pflanzen vollkommene Bastarde liefern, auch unvollkommene oder halbe Bastarde oder „Tincturen" entstehen können, wenn eine geringe Menge eigenen und eine grössere fremden Blüthenstaubes benutzt wird. Aehnliche Schlüsse glaubten die übrigen Vorgänger Gärtner's, Knight und Herbert in England, Sageret in Frankreich aus ihren Versuchen ziehen zu dürfen. Gärtner bestritt diese Möglichkeit auf's Entschiedenste und erklärte, den klaren Beweis geliefert zu haben, „dass eine gemischte Bestäubung eines Ovariums durch verschiedene Arten von Pollen keine aus solchen Arten gemischten Typen erzeugt, sondern jeder Pollen für sich unabhängig von den anderen wirkt und keine Modification des einen durch den anderen in den Produkten stattfindet."[1]) Diesen klaren Beweis meinte er erbracht zu haben 1. durch eine gelegentliche Beobachtung an Nicotiana paniculata, wo er aus Samen derselben Frucht dreierlei Sämlinge erhielt: die reine mütterliche Art und die reinen einfachen Mischlinge paniculato-Langsdorffii und paniculato-quadrivalvis, und 2. durch einige Versuche mit „successiv-gemischter Bestäubung" an mehreren Nicotiana-Arten, welche ebenfalls nur die reine mütterliche Art und reine einfache Bastarde lieferten. — Darauf hin durfte er den oben angeführten Satz um so weniger als allgemeines Gesetz aussprechen, als er selbst von einer „Ausnahmspflanze" berichtet,[2]) die er durch Bestäubung von Lychnis flos cuculi mit Cucubalus Behen erhielt und die sich kaum anders auffassen lässt als in Kölreuter's Sinne durch Cucurbalus Behen „tingirt".[3])

---

1) Gärtner, a. a. O. S. 52.

2) Gärtner, a. a. O. S. 71.

3) Abhandl. Naturw. Ver. Bremen 1892, S. 383.

Dennoch hat man, wie es scheint, einzig auf Gärtner's Urtheil hin und, so viel ich weiss, ohne jede Prüfung durch neue Versuche, Kölreuter's „Tincturen" einfach todt geschwiegen. Selbst das Wort erinnere ich mich nicht, in einem neueren Buche gelesen zu haben.

Einem Kölreuter gegenüber, dessen Bedeutung man erst nach hundert Jahren voll zu würdigen gelernt hat, schien mir dieses vornehme Uebersehen nicht angebracht. „Jedenfalls", sagte ich in einem Aufsatze, den ich heute vor fünf Jahren schloss, „wäre die Frage der Prüfung durch neue Versuche werth" und ich entschloss mich, wenn auch mit sehr geringer Hoffnung auf Erfolg, selbst einige solche Versuche anzustellen.

Zu diesen Versuchen wählte ich drei hiesige Arten von Marica (sie mögen kurz mit *B* [= blau], *W* [= weiss] und *T* [= Marica von Tatutyba] bezeichnet werden), von denen ich die sechs möglichen einfachen Mischlinge *(BW, WB; BT, TB; WT, TW)* seit langer Zeit kannte und wiederholt gezogen hatte und ebenso manche anderen, in welchen zwei oder drei dieser Arten in wechselnden Verhältnissen vertreten waren. Die hierbei über die drei Arten und ihre Mischlinge gewonnenen Vorkenntnisse und Erfahrungen bestimmten mich hauptsächlich zu dieser Wahl.

Als ♀ Unterlage diente *B,* eine grosse blaublühende Art, die ich wild nur am Tayosinho, einem Zufluss des Itajahy in der Nähe der Serra, mehrfach aber als Zierpflanze in Gärten gesehen habe. *B* ist, wie *T,* mit eigenem Blüthenstaube fruchtbar, während *W* unter fünf mir bekannten Arten der Gattung die einzige selbstunfruchtbare ist. Da bei Marica jeder Griffel zwei weit von einander getrennte Narben hat (Engler und Prantl, Nat. Pflanzenfam. II, 5. S. 144, Fig. 99, A), konnte bei der Doppelbestäubung entweder an jedem Griffel die eine Narbe mit dem einen, die zweite mit dem anderen Blüthenstaub, oder es konnte jede Narbe mit beiderlei Blüthenstaub belegt werden. Ich zog das erste Verfahren vor, weil es leichter sauber auszuführen ist und zugleich einem etwa schon auf der Narbe beginnenden Wettbewerb der Blüthenstaubarten vorbeugt, durch den schon hier die eine verdrängt oder doch benachtheiligt werden könnte.

Der Versuch konnte in zweierlei Weise gemacht werden. Man konnte *B* gleichzeitig mit eigenem Blüthenstaube und fremdem, oder man konnte es gleichzeitig mit den beiderlei fremden Arten bestäuben.

Der in der ersten Weise angestellte Versuch ist — durch meine eigene Schuld — so gut wie misslungen. Es wurde an einer Blume

von *B* je eine Narbe jedes Griffels mit eigenem Staub, die andere mit dem von *W* bestäubt. Ich erhielt eine Frucht mit zahlreichen, gut keimenden Samen. Die Sämlinge aber sind eine Zeit lang vernachlässigt worden und fast alle in dem hier so rasch aufspriessenden Unkraut erstickt. Sechs sind noch am Leben, von denen zwei oder drei vielleicht noch im Laufe dieses Jahres zur Blüthe kommen.

Dagegen habe ich die Freude, den zweiten Versuch, bei welchem am 26. April 1892 an zwei Blumen von *B* die eine Narbe jedes Griffels mit *W*, die andere mit *T* bestäubt wurde, heute als weit über mein Erwarten erfolgreich bezeichnen zu dürfen. Nur eine Frucht kam zur Reife und lieferte (am 23. Januar 1893) 59 anscheinend gute Samen, die am nächsten Tage gesät wurden. Von den Sämlingen sind noch 23 vorhanden und von diesen haben bis heute 16 geblüht.

Die Blätter der drei reinen Arten lassen sich leicht unterscheiden; dagegen sind die Blätter der Mischlinge *BW* und *BT*, und ebenso die aller durch Doppelbestäubung erhaltenen Mischlinge *B(W + T)* einander und denen von *B* so ähnlich, dass sie keinen Anhalt boten zu Vermuthungen über die zu erwartenden Blumen.

Diese erschienen an zwei Pflanzen *(I* und *II)* schon in der zweiten Hälfte des Jahres 1894; es waren reine und unverfälschte *BW*. — Die dritte Pflanze *(III)* begann am 27. Januar 1895 zu blühen. Die Blume öffnete sich weit früher als *BW*; ihre Kelchblätter waren nicht, wie bei dieser, reinweiss, sondern hellblau und erinnerten so an die dunkelblaue, ebenfalls sehr zeitig sich öffnende Blume von *BT*. Dieser dritten Pflanze folgten *IV* bis *IX* im Februar, *X* und *XI* im Juli, *XII* bis *XIV* im October und *XV* im November desselben Jahres.

Von diesen 15 Mischlingen gleichen acht *(I*, *II* und *X* bis *XV)* dem reinen Mischling *BW*, theils vollständig, theils stehen sie ihm so nahe, dass man sie als zufällige (d. h. in diesem Falle „nicht durch den Blüthenstaub von *T* veranlasste") Abweichungen betrachten könnte. Die übrigen weichen mehr oder minder in der Richtung nach *BT* hin ab, und zwar *IV*, *V* und *IX* weniger, *III, VI, VII* und *VIII* mehr; alle jedoch stehen *BW* noch bedeutend näher als *BT*.

Vor dem Eingehen auf diese Abweichungen will ich die aus Doppelbestäubung erhaltenen Mischlinge sowohl mit den reinen Arten wie mit den einfachen Mischlingen vergleichen in Bezug auf die Zeit des Jahres, in der sie blühen, und auf die Stunden des Tages, an denen sie ihre Blumen öffnen, da hierbei jede willkürliche Schätzung ausgeschlossen ist und nur unerbittliche Zahlen sprechen.

Die Blüthentage der in meinem Garten blühenden Arten und Mischlinge habe ich vom 17. März 1888 bis Ende September 1892 aufgezeichnet. Es blühten — nicht Tag für Tag, sondern mit den dieser Gattung eigenthümlichen Unterbrechungen:

B: 17. 3. bis 17. 8. 88; 20. 2. bis 26. 8. 89; 18. 3. bis 7. 8. 90; 26. 3. bis 11. 8. 91; 6. 3. bis 28. 8. 92.

W: 18. 8. 88 bis 28. 1. 89; 26. 8. 89 bis 18. 2. 90; 7. 8. 90 bis 4. 4. 91; 12. 8. 91 bis 6. 5. 92.

T: 18. 3. bis 3. 6. 88; 31. 12. 88 bis 2. 2. 89; 19. 1. bis 8. 3. 90; 24. 1. bis 22. 3. 91; 25. 3. bis 20. 5. 92.

BT: 18. 3. bis 30. 3. 88; blüht nicht 89; 2. 3. bis 7. 4. 90; 4. 2. bis 3. 4. 91; 22. 1. bis 3. 5. 92.

BW blüht fast das ganze Jahr hindurch, wenn auch zuweilen mit monatelangen Unterbrechungen.

Die ersten Mischlinge unseres Versuches *(I* und *II)* kamen, wie gesagt, schon 1894 zum Blühen; sie hatten aufgehört, als am 27. 1. 95 *III* zu blühen begann. Von diesem Tage bis zum 27. 5. blühten nur vom reinen *BW* abweichende Mischlinge *(III* bis *IX)*; am 27. 5. blühten gleichzeitig *IX* und *II* und am 30. 5. noch einmal eine Blume *IV*. — Von da ab bis zum Ende des Jahres blühten nur reine *BW (I, II* und *X* bis *XV)*.

Man beachte, dass die Pflanze *II*, die schon im Vorjahr geblüht hatte, ausgesetzt hat während der ganzen Zeit, in welcher die abweichenden Mischlinge blühten; dasselbe war der Fall mit *I*, welche sogar erst am 7. 8. wieder zu blühen begann, also etwa zur Zeit, in der die Blüthezeit von *W* zu beginnen pflegt. In diesem Jahre 1895 blühten sogar die ersten zwei Blumen von *W* genau an demselben Tage (7. 8.) mit der ersten Blume von *I*.

Es sei ferner darauf hingewiesen, dass gerade *IV* und *IX*, welche noch gleichzeitig mit den ersten reinen *BW* blühten, auch sonst (z. B. in den Aufblühstunden) den reinen *BW* näher stehen als die übrigen, stärker durch *T* „tingirten“. Das Wort „tingirt“ darf man hier sogar im eigentlichsten Sinne nehmen, da es sich um eine Blaufärbung des rein weissen *BW* handelt.

Die Stunde des Aufblühens ist selbstverständlich selbst für dieselbe Jahreszeit keine beständige Grösse; sie wechselt mit der Wärme, mit trüberem oder sonnigerem Wetter, ja am gleichen Tage für gleichartige Pflanzen, je nachdem sie früher oder später von der Sonne beschienen werden oder ganz im Schatten bleiben. Immerhin

ist leicht festzustellen, dass von den drei in Betracht kommenden Arten stets *T* zuerst, *B* zuletzt blüht und dass die Aufblühzeit der Mischlinge zwischen die der Eltern fällt. Hier einige Beispiele (aus dem Jahre 1888):

I)	*T*	*BT*	*B*
18. 3.	5 h 45′	6 h	7 h 30′
20. 3.	6 h	6 h 20′	8 h 15′
30. 3.	6 h 15′	6 h 15′	7 h 40′ bis 8 h 15′.

Das Aufblühen von *B* erstreckt sich am 30. 3. auf eine längere Zeit, weil eine grosse Zahl Blumen (104) unter nicht gleicher Beleuchtung blühten.

II)	*W*	*BW*	*B*
10. 6.	—	8 h	9 h
19. 6.	—	11 h	12 h und später
7. 9.	6 h 40′	7 h	—
11. 9.	6 h 20′ bis 7 h	7 h 20′	—
19. 9.	7 h bis 7 h 30′	7 h 30′ bis 8 h	—

Am 11. 9. blühten 435 und am 19. 9. nicht weniger als 616 Blumen von *W*.

III)	*W*	*BW.W*	*BW*	*BW.B*
28. 10.	6 h 15—20′	6 h 15—30′	6 h 30—50′	7 h 45′ (!)

BW.W enthält $^1/_4$, *BW* $^1/_2$ und *BW.B* $^3/_4$ Blut von *B*, mit dessen Zunahme, wie man sieht, die Stunde des Aufblühens sich verspätet hat.

Für die aus Doppelbestäubung hervorgegangenen Mischlinge mögen folgende Beispiele genügen. Es sind dabei die nicht oder kaum „tingirten“ *(I, II* und *X* bis *XV)* zu *BW* gerechnet; die angegebenen Wärmegrade sind die bei Tagesanbruch beobachteten. Es blühten 1895:

12. 3. (21 ° C.) 5 h 45′ bis 6 h 10′: *BT*; 6 h bis 6 h 20′: *III, VI, VII, VIII;* 6 h 30′: *IV, IX;* 6 h 40′: *V.*

22. 3. 5 h 45′: *BT, VI, VII, VIII, IX;* 6 h 15′: *IV, V;* 6 h 40′ bis 7 h: *B.*

25. 3. 5 h 45′: *BT, III, VI, VII, VIII;* 6 h: *IX;* 6 h 15′: *IV;* 6 h 40′ bis 7 h: *B.*

3. 4. (21 ° C.) 6 h 30′: *III;* 7 h: *V.*

4. 4. (24 ° C.) 6 h 10′: *BT, III, VI, VII, VIII, IX,* im Aufblühen *IV;* 6 h 15′: *BW;* 6 h 40′ bis 7 h 20′: *B* (± 260 Blumen).

10. 4. (20 ° C.) 6 h 25: *BT, III;* 6 h 45′: *IX;* 7 h 15—30′: *BW.*

12. 4. (20 ° C.) 6 h 10′: *VI*; 7 h: *IV;* 7 h 30′ bis 8 h 10′: *B* (± 120 Blumen).

19. 4. (19 ° C.) 6 h 10′: *BT;* 6 h 30′: *III;* 6 h 45′: *BW.*

21\. 4. (12,5 ° C.) 9 h 25′: *VIII;* 9 h 55′ bis 10 h: *BT;* 10 h: *III;* 10 h 10′: *IV, IX;* 10 h 30—50′: *B, B.BW* und *B.*

Die durch *T* deutlich tingirten Mischlinge blühten stets früher auf als die reinen *BW* (mit Einschluss der nicht oder kaum tingirten *I, II* und *X* bis *XV); die* weniger tingirten *IV, IX* und *V* fast ohne Ausnahme später als die stärker tingirten *III, VI, VII* und *VIII,* und diese kaum später, in einem Falle sogar früher als *BT.* Diese Ausnahme mag darin ihre Erklärung finden, dass *BT* empfindlicher gegen Kälte ist, als die Mischlinge *B(W+T)*; sie fand statt an einem für die Jahreszeit ungewönlich kühlen Tage (21. 4.).

Ich würde hier schliessen dürfen, wenn ich eine Tafel mit farbigen Abbildungen der Blumen von *B, W, T, BW, BT* und der verschiedenen Mischlinge *B(W+T)* beilegen könnte. Da ich dies nicht kann, muss ich noch einige Worte über diese Blumen folgen lassen.

Die Spreite der Kelchblätter (wie ich kurz die allerdings blumenblattartigen Blätter des äusseren Kreises der Blüthenhülle nennen will) ist bei *B* rein blau, bei *W* rein weiss, bei *T* gelblich. Vor den beiden anderen Arten zeichnet *T* sich aus durch frühes Aufblühen und einen eigenthümlichen starken Duft. Die Blumen von *BW* gleichen denen von *W*; nur selten, namentlich an für die Jahreszeit ungewöhnlich kühlen Tagen, sind die Kelchblätter leicht blau angehaucht oder zeigen einzelne blaue Punkte; sie sind fast geruchlos. Bei *BT* sind die Kelchblätter blau, fast wie bei *B*, und reichlich dunkelblau getüpfelt; dabei besitzen die Blumen fast ungeschwächt den eigenthümlichen Duft von *T.* — Diesen Duft und reich getüpfelte Kelchblätter hat ebenfalls *WT* und beide Eigenschaften finden sich nicht selten bei Nachkommen von *T*, die weniger als 1/2 von dem Blute dieser Art besitzen.

Von den aus Doppelbestäubung hervorgegangenen Mischlingen stimmen *I, II* und *X* bis *XV* so gut mit dem reinen *BW* überein in Jahres- und Tageszeit des Blühens und unterscheiden sich von ihm auch so wenig in den Blumen, dass ich sie oben damit vereinigt habe. Indessen scheint auch auf sie *T* nicht ohne allen Einfluss geblieben zu sein. Schon bei der ersten Blume von *XIII* (am 20. 10. 95) habe ich angemerkt, dass die Kelchblätter nicht rein weiss waren wie bei den gleichzeitig blühenden *I, II, X* und *XI,* sondern leicht bläulich; dabei waren sie auch etwas breiter und kürzer. Doch fanden sich an demselben für die Jahreszeit sehr kühlen Tage (12,5 ° C.) auch unter den reinen *BW* einige bläulich angehauchte Blumen. Die abweichende Gestalt hat *XIII* später immer wieder gezeigt (so waren

am 9. 10. 96 die Kelchblätter von *I, II, XI* und *XII*: 53 mm lang, 27 mm breit; dagegen die von *XIII*: 48 mm lang, 31 mm breit) und mit Ausnahme eines Tages (24. 11. 95), an welchem die Kelchblätter rein weiss waren, auch die mehr oder minder deutliche bläuliche Färbung.

Aehnlich wie *XIII* haben sich *XIV* und *XV* verhalten. Von *XIV* war die erste Blume (31. 10. 95) rein weiss, alle späteren mehr oder minder bläulich. *XV* war am 20. 12. 96 auffallend stärker blau und liess dabei einen deutlich an *T* erinnernden Duft wahrnehmen.

Dazu kommt, dass am 3. 12. 95, an welchem *XI* bis *XV* zusammen blühten, *XIV* und *XV* ihre Blumen schon 5 h 30′, *XIII* um 6 h, dagegen *XI* und *XII* erst 6 h 15′ öffneten. Das frühe Aufblühen ist, wie erwähnt, eine der bezeichnendsten Eigenthümlichkeiten von *T*, die hier auf *XIII* bis *XV* übertragen worden zu sein scheint.

Auf die Zeit des Welkens der Blumen, die ja im höchsten Grade von der Witterung abhängt, habe ich wenig Acht gehabt; doch ist es mir aufgefallen, dass am 12. 11. 96 bei trübem Wetter *WT*, sowie *XIV* und *XV* einige Stunden früher zu welken begannen, als die am selben Tage blühenden *I, II, X, XI* und *XII*, die wohl allein als ganz unverfälschte *BW* gelten dürfen.

Von den übrigen Mischlingen *B(W+T)* kommen, wie in Blüthezeit und Aufblühstunde, so auch in Farbe *IV* und *IX* dem reinen *BW* am nächsten und ihnen schliesst sich *V* an. Die Knospen sind am Vorabend des Aufblühens gelb, im Gegensatz zu den weissen Knospen von *BW*, und werden dadurch denen von *T* ähnlich. Die Spreite der Kelchblätter ist in der Regel fast rein weiss (bei *IV* nicht selten deutlich ins Bläuliche, bei *IX* ins Gelbliche ziehend), mit gelblichem Saum, häufig ganz tüpfellos; die Tüpfel meist von geringer Zahl (1—3) und einzelnen Blumenblättern fehlend; wenn zahlreicher, meist nahe dem Rande in diesem gleichlaufende Streifen geordnet. Ihr Auftreten und ihre Zahl ist äusserst unbeständig. So waren am 12. 3. 95 die drei Blumen von *IV* und die sechs Blumen von *IX* fast tüpfellos; nur eine der Blumen hatte am Rande eines Blattes eine Reihe von sieben kleinen Tüpfeln; bei *V* dagegen waren am gleichen Tage die fünf Blumen reichlicher als je vor- oder nachher mit Tüpfeln bedeckt (bis über 50 an einem Blatt). — Am nächsten Blüthentage (22. 3.) waren die Blumen von *V* (!!) und *IX* völlig tüpfellos und auch die von *IV* sehr arm an Tüpfeln. Vollkommen tüpfellose Blumen waren namentlich bei *IX* häufig und bildeten die weit überwiegende Mehrzahl.

Es bleiben noch *III, VI, VII* und *VIII*. Kelchblätter hellblau,

blasser oder dunkler, mit gelblichem Saum. Das Blau ist selten annähernd gleichförmig, öfter mehr oder minder streifig oder wie aus einzelnen mit verwaschenen Rändern in einander verfliessenden Flecken gebildet. Bei *III* und *VIII* machte sich bisweilen ein weisslicher, vom Grunde aus sich keilförmig verjüngender Mittelstreif bemerklich. Tüpfel ebenso launisch in ihrem Auftreten wie bei *IV, V* und *IX*. — *VIII* erinnerte durch etwas kürzere und breitere Kelchblätter an *XIII*.

Ausser durch ihre frühere Aufblühzeit haben sich diese Mischlinge auch durch die blassblaue Farbe weiter von *BW* entfernt und *BT* mehr genähert als *IV, V* und *IX*.

Wer seit länger als einem Jahrzehnt zahlreiche, zu verschiedenen Zeiten gezogene Pflanzen von *BW* fast das ganze Jahr hindurch in unwandelbar gleicher Weise hatte blühen sehen, dem konnten kaum die bei den Mischlingen *III* bis *IX*, und zwar immer in derselben Richtung nach *BT* hin auftretenden Abweichungen als zufällig, von dem Einwirken des Blüthenstaubes von *T* unabhängig entstanden erscheinen. Für mich hat seit lange kein Zweifel mehr darüber bestanden, dass sie als Kölreuter'sche Tincturen aufzufassen sind. Allein selbst, nachdem ich vor einigen Monaten die eben mitgetheilten Thatsachen aus mehrjährigen Beobachtungsreihen zusammengestellt, zögerte ich, sie zu veröffentlichen. Selbst die am weitesten sich von dem reinen *BW* entfernenden der aus Doppelbestäubung von *B* mit *W* und *T* erhaltenen Mischlinge stehen ohne Frage diesem *BW* noch viel näher als dem stark duftenden, schön blauen, reich getüpfelten *BT*. Und es war ja immer nur das trockne todte Wort, es waren nicht die frischen, lebenden Blumen, die für mich hätten sprechen können.

Doch es sollte mir unverhofft ein Bundesgenosse erstehen, mit welchem ich getrost wohl auch dem Zweifelsüchtigsten entgegentreten darf. Schon seit einigen Wochen hatte ich bemerkt, dass ein sechszehnter Mischling *B(W+T)* sich zum Blühen anschickte. Am 13. Februar war die Knospe aus den Deckblättern hervorgetreten und als ich am folgenden Morgen $6^h 15'$ meinen Rundgang machte, begann die Blume soeben sich zu öffnen. (*T* war schon aufgeblüht, *VIII* öffnete sich fast gleichzeitig mit *XVI* und 20 Minuten später *IV* und *IX*). Da entfalteten sich vor mir schön hell himmelblaue Kelchblätter, so reich mit dunkleren Punkten besät wie *BT* und denselben Duft aushauchend. Schien mir auch das Blau merklich heller als bei dem reinen *BT* (ein Vergleich konnte nicht angestellt werden), so durfte man doch wohl den neuen Mischling mit gleichem Rechte

als *BT* tingirt durch *W*, wie als *BW* tingirt durch *T* betrachten. Von *BT* unterscheidet ihn ein geblicher Saum und ein fast weisser, die ganze Länge der Kelchblätter durchziehender Mittelstreifen von etwa 2 mm Breite. — Die Zahl der dunklen Punkte betrug weit über hundert auf jedem Kelchblatt. Die Kelchblätter waren ungewöhnlich klein, ihre Spreite 4 cm lang und 2,5 cm breit, vielleicht weil die ganze Pflanze dürftiges Wachsthum zeigt.

Seit diesem ersten Blüthentage hat die Pflanze *XVI* mehrfach wieder geblüht; so am 18. 2. mit 3 Blumen, am 1. 3. mit 3 Blumen, am 9. 3. mit 4 Blumen, am 21. 3. mit 3 Blumen und am 30. 3. mit 2 Blumen.

Sie blühte wie *VI, VII VIII* immer früher auf, als die dem reinen *BW* näher stehenden Mischlinge *IV, V* und *IX;* zum Beispiel:

am 18. 2.: *XVI* und *VII* um 7 h 15′; *VIII* um 7 h 30′; *IV* und *IX* um 7 h 40′;

am 1. 3.: *XVI* und *VII* um 6 h 5—15′; *VIII* um 6 h 15—25′; *IV* und *IX* um 6 h 45′;

am 9. 3.: *VII* um 6 h 35′; *XVI* um 6 h 45—50′; *VIII* um 7 h 5′; *V* und *IX* um 7 h 40′; *B* um 9 h.

Immer haben sich die Blumen von *XVI* vor allen übrigen ausgezeichnet durch stärkeren Geruch, dunkleres Blau und weit reichlichere Tüpfelung der Kelchblätter; so zählte ich am 9. 3. an den drei Kelchblättern einer Blume etwa 170, 190 und 220 Tüpfel; doch dürfen diese Zählungen der stellenweise dichtgedrängten und zum Theile ziemlich matten Tüpfel keinen Anspruch auf Genauigkeit machen, jedenfalls aber sind die gegebenen Zahlen nicht zu hoch.

Am 21. 3. waren die Blumen aller Pflanzen ungewöhnlich blass und arm an Tüpfeln; so hatte an der einzigen Blume von *VI* nur eines der Kelchblätter eine Reihe von fünf winzigen Punkten längs des einen Randes. Die einzige Blume von *VII* hatte auf jedem Kelchblatt eine Gruppe von 5—8 Tüpfeln im oberen Drittel; *IX* war tüpfellos. Auch die Blumen von *XVI* waren heller als sonst, aber doch merklich dunkler als die übrigen; auch ihre Tüpfel waren minder zahlreich als sonst, doch sank ihre Zahl nicht unter 70 auf einem Blatte. Wegen der helleren Farbe des Blattes traten sie ungewöhnlich deutlich hervor und erschienen mir auch ungewöhnlich gross.

Dies die thatsächlichen Ergebnisse meines Versuches. Sie bestätigen die Vermuthung, die ich vor fünf Jahren aussprach[1]) und die mich zu dem Versuche anregte, dass durch Doppelbestäubung „Tincturen“ im Sinne Kölreuter's veranlasst werden könnten.

Dies mit den herrschenden Ansichten über die Befruchtungsvorgänge bei den Blüthenpflanzen in Einklang zu bringen, muss ich Anderen überlassen, da mir auf diesem Gebiete jede eigene Erfahrung abgeht.

Um einem Einwande zu begegnen, welchen Gärtner (a. a. O. S. 53 und 54) — sehr mit Unrecht, wie mir scheint, — gegen die Beweiskraft der Versuche von Knight und Sageret erhebt, dass nämlich weder die Erbsen, an denen Knight, noch die Melonen, an denen Sageret seine Versuche anstellte, reine Arten, sondern nur Varietäten einer Art waren, will ich zum Schlusse nochmals betonen, dass die drei Marica meines Versuches hier wildwachsende und weit verschiedene Arten sind.

Blumenau, 31. März 1897.

---

1) Abhandl. d. Naturw. Ges. Bremen, 1892, S. 386.

Litteratur.

Möbius, M., Beiträge zur Lehre von der Fortpflanzung der Gewächse. Verlag von Gustav Fischer in Jena. 212 S. mit 36 Abbildungen.

Der Verf. hat früher im „Biolog. Centralblatt" einige Abhandlungen über Fortpflanzungserscheinungen veröffentlicht. Er hat sie jetzt zusammen mit anderen Ausführungen in dem vorliegenden Buche in erweiterter und umgearbeiteter Form zusammengestellt. Dies gibt auf Grund von Litteraturstudien in gewandter Darstellung eine Erörterung der einschlägigen Probleme. Ein tieferes Eindringen in die schwierigen Fragen, um die es sich dabei handelt, hat der Verf. offenbar nicht beabsichtigt; ein Fortschritt in dieser Richtung ist auch nicht von Discussionen und compilatorischen Darstellungen, sondern lediglich von der experimentellen Untersuchung zu erwarten. Es würde übrigens meiner Ansicht nach dem Buche zum Vortheil gereicht haben, wenn es sich noch mehr ausschliesslich referirend verhalten hätte, als das jetzt schon der Fall ist; denn mit den Ansichten, welchen sich der Verf. angeschlossen hat, wird man sich nicht immer befreunden können. Ein Punkt, auf den er — im Anschluss an Hanstein — ein Hauptgewicht legt, ist die Unterscheidung von Keimen und Knospen. Der Keim entsteht durch „Verjüngung vorhandener Zellen unter Beeinträchtigung des Wachsthums der ursprünglichen Pflanze, während bei der Knospenbildung keine „Verjüngung", sondern nur ein Wachsthum unter gewöhnlicher Zelltheilung stattfindet." Dieser Unterschied ist aber meines Erachtens ein ganz und gar äusserlicher und unhaltbarer. Warum soll es eine „Verjüngung" sein, wenn eine Schwärmspore sich (unter Bildung einer neuen Hautschicht) aus der alten Zelle loslöst? Wie soll sie denn sonst überhaupt herauskommen? Das Ablösen ist doch lediglich eine Anpassung an das Wasserleben, und wenn der Verf. die Brutknospen von Aneura als „Keime" auffasst, während die nahe verwandte Metzgeria seiner Definition nach sich durch „Knospen" vermehrt, so zeigt doch jede unbefangene Betrachtung, dass hier nur eine ganz nebensächliche Differenz, welche mit dem Verbreitungsmodus zusammenhängt, zu einem prinzipiellen Unterscheidungsmerkmal erhoben worden ist.

Nicht immer ist die Litteratur eingehend genug benützt worden. Es ist z. B. nicht richtig, dass sich bei den „viviparen" Gräsern die einzelnen Blüthen in kleinblättrige Laubsprosse umwandeln, und über die Samenbildung derselben liegt u. a. eine dem Verf. unbekannt gebliebene Arbeit von Hunger vor. Dass Lunularia in Deutschland nicht fructificirt, liegt bekanntlich daran, dass keine männlichen Pflanzen vorhanden sind; ebenso wäre bei den Kerner's „Pflanzenleben" entnommenen Beispielen anderer Moose eine Consultation der bryologischen Litteratur am Platze gewesen, wie denn überhaupt zu bemerken ist, dass der Verf. sich gerne auf andere Compilationen verlässt, statt zu den Quellen zurückzugehen. Es ist z. B. höchstens für Gewächshausexemplare von Agave americana richtig, dass sie 20—30 Jahre bis zum Blühen brauchen, und betreffs der Erörterung über das Nichtblühen mancher Wasserpflanzen ist übersehen, dass nicht nur in „zu tiefem oder zu bewegtem Wasser wachsende Pflanzen" nicht zur sexuellen Fortpflanzung gelangen, sondern auch manche schwimmende, wie z. B.

Riccia fluitans. Ref. hat auf diese und andere Thatsachen früher schon hingewiesen,[1]) was dem Verf. gleichfalls unbekannt geblieben zu sein scheint.

Hier handelt es sich offenbar um Correlationsverhältnisse; die starke Entwickelung der Vegetationsorgane hemmt die der Fortpflanzungsorgane. Auf diese Correlationsverhältnisse legt der Verf. überhaupt zu wenig Werth. Es wäre denn doch z. B. bei Besprechung des „Steckenbleibens" der Blüthen beim Treiben zu erwähnen gewesen, dass nach der Ansicht von H. Müller-Thurgau dies darauf beruht, dass den Blüthenknospen die Nahrung durch die vegetativen Triebe entzogen wird. Ebenso liegt schon seit mehr als 30 Jahren eine Angabe von van der Born vor, wornach es bei Lilium candidum durch Entfernung der Schuppen (namentlich offenbar der jungen), bei Ficaria durch die der Knöllchen möglich sein soll, Samenansatz zu erzielen, der sonst bekanntlich bei den Lilien ganz, bei Ficaria wenigstens sehr häufig unterbleibt; es entspricht dies den neuerdings von Lindemuth gemachten Versuchen.

Wird nun auch der Fachmann in dem vorliegenden Buche Manches vermissen, so ist doch anzuerkennen, dass es durch seine Darstellungsweise geeignet ist, einen grösseren Leserkreis mit den behandelten Fragen bekannt zu machen, Fragen, die ja theilweise auch von erheblicher praktischer Bedeutung sind.

K. Goebel.

Die Muskatnuss, ihre Geschichte, Botanik, Cultur, Handel und Verwerthung, sowie ihre Verfälschungen und Surrogate. Zugleich ein Beitrag zur Culturgeschichte der Banda-Inseln. Von Dr. O. Warburg. Mit 3 Heliogravuren, 4 lith. Tafeln, 1 Tafel und 12 Abb. im Text. Leipzig, Verlag von Wilh. Engelmann.

Der Verf. dieser Monographie hat sich während seines Aufenthaltes im malayischen Archipel und in Neu-Guinea eingehend mit den Myristicaceen beschäftigt und bietet nun in dem vorliegenden Buche einen Theil der Resultate seiner Untersuchungen und Litteraturstudien dar. Es ist so ein Werk entstanden, in welchem wohl Alles enthalten ist, was über die Muskatnuss gesagt worden ist und gesagt werden kann. Für den Botaniker sind manche Abschnitte wohl zu ausführlich behandelt, indes verfolgt das Buch ja keineswegs rein botanische Zwecke, sondern behandelt seinen Gegenstand, wie der Titel besagt, auch in Verbindung mit Culturgeschichte, Standort u. s. w. und entfaltet dabei eine staunenswerthe Belesenheit und Gelehrsamkeit. Es wäre zu wünschen, dass auch andere tropische Culturpflanzen in derselben Weise behandelt würden; derartige auf breiter Basis ruhende Monographien behalten einen dauernden Werth und sind in der hastenden Litteratur unserer Tage leider eine seltene Erscheinung. K. G.

Eingegangene Litteratur.

Ambronn u. M. le Blanc, Einige Beiträge zur Kenntniss isomorpher Mischkrystalle (2. Mittheilung). S.-A. aus: Zeitschrift für physikalische Chemie XXII I. 1897.

— — Ueber Pleochroismus pflanzlicher und thierischer Fasern, die mit Silber- und Goldsalzen gefärbt sind. S.-A. aus den Berichten der math.-phys. Classe der Kgl. Sächs. Gesellsch. der Wissensch. zu Leipzig 1896.

1) Pflanzenbiol. Schilderungen II.

Ambronn u. M. le Blanc, Farbenerscheinungen an den Grenzen farbloser Objecte im Mikroskop. M. 1 Fig. Ibid.

— u. H. Held, Beiträge zur Kenntniss des Nervenmarks. M. 1 Taf. S.-A. aus: Archiv für Anatomie und Physiologie. Leipzig 1896.

Barnes Cr. K., Analytic key to the genera and species of north American mosses. Bulletin of the university of Wisconsin. 1897.

Baumann A., Die Moore und die Moorkultur in Bayern. M. 1 Karte. S.-A. aus der Forstlich-naturwissenschaftl. Zeitschrift 1897.

Bitter G., Vergleichend-morphologische Untersuchungen über die Blattformen der Ranunculaceen und Umbelliferen. S.-A. aus Flora od. allg. Bot. Zeitung 1897, 83. Bd. Heft 2.

Buchner E., Alkoholische Gährung ohne Hefezellen. S.-A.: Berichte der Deutsch. Chemisch. Gesellschaft 1897. Berlin.

Buchner H., Zu Robert Kochs Mittheilung über neue Tuberkulin-Präparate S.-A. aus d. Berliner klin. Wochenschr. 1897, Nr. 15.

— — Die Bedeutung der activen löslichen Zellproducte für den Chemismus der Zelle. S.-A. aus d. Münch. Medic. Wochenschr. 1897, Nr. 12.

Bullot G., Sur le volume des Cellules. Extrait du Bulletin publié par la société royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles, 1897.

Burchard G., Beiträge zur Morphologie und Entwickelungs-Geschichte der Bacterien. M. 2 Taf. Badische Verlagsdruckerei Karlsruhe.

Buscalioni L., Sulla presenza di sostanze amilacee (amilodestrina?) nel Coccidium aviforme Leuck., e sull' affinità di quest' organismo con altri parassiti dell' uomo e degli animali. M. 1 Taf. Estratto dal Giornale Malpighia, anno X. 1896.

— — Sopra un caso rarissimo di incapsulamento dei Granuli d'amido. M. 1 Taf. Estratto dal Giornale Malpighia.

Campbell D. H., The development of Geothallus tuberosus, Campbell. M. 2 Doppeltafeln. Annals of Botany, Vol. X Nr. XL 1896.

Čelakovský J. L., Ueber den phylogenetischen Entwickelungsgang der Blüthe und über den Ursprung der Blumenkrone. I. S.-A. aus den Sitzungsberichten der königl. böhmischen Gesellsch. d. Wissensch., math.-naturwissensch. Classe. 1896.

Czapek Fr., Zur Physiologie des Leptoms der Angiospermen. S.-A. aus den Berichten der Deutsch. bot. Gesellschaft. 1897, Bd. XV Heft 2.

Darbishire C. V., Die deutschen Pertusariaceen mit besonderer Berücksichtigung ihrer Soredienbildung. M. 39 Fig. S.-A. aus Engler's botan. Jahrbüchern. 22. Bd. 4/5. Heft 1897.

— — Ueber die Flechtentribus der Roccellei. M. 1 Taf. S.-A. aus den Berichten der Dentschen bot. Gesellsch. 1897, Bd. XV.

Demoor, Manart et Vandervelde, L'évolution régressive en biologie et en sociologie. M 82 Fig. Paris, Felix Agtan Alcan, Boulevard Saint-Germain 1897.

Didrichsen A., Om Cyperaceernes Kim. Saertryk af Botanik Pidsskift. 21. Bd. 1. Heft 1897. Kjobenhavn.

Fischer A., Untersuchungen über den Bau der Cyanophyceen und Bacterien. M. 3 lith. Taf. Jena, Verlag von Gustav Fischer 1897.

Fitting H., Geschichte der Hallischen Floristik. S.-A. aus Zeitschrift für Naturwissenschaften, Bd. 69 1897.

Fujii Kenjiro, On the different views hitherto proposed regarding the morphology of the flowers of Ginkgo biloba L. M. 1 Taf. Reprinted from the Botanical Magazine, Tokyo Vol. X Nr. 108, 109 u. 118.

Gibson H., Contributions towards a knowledge of the anatomy of the genus Selaginella, Spr. M. 1 Taf. S.-A. Annals of Botany, Vol. XI Nr. XLI 1897.

Hallier H., Das Bismarckveilchen, Boea Commersoni K. Br. Gesneraceae. S.-A. aus Gartenflora 45, 15. VII. 1896.

— — Convolvulaceae. Bulletin de la société royale de Belgique, Tome XXXV 1896.

— — Systematisch oversicht van de Convolvulaceeïn, gekweekt in S'Lands Plantentuin. Verslag omtrent den staat van's Lands Plantentuin te Buitenzorg over het jaar 1895. Batavia 1896.

Hansen A., Repetitorium der Botanik für Mediciner, Pharmazeuten u. Lehramts-Candidaten. M. 38 Blüthendiagrammen. Würzburg 1897. Verlag der Stahl'schen kgl. Hof- u. Universitäts-Buch- u. Kunsthandlung.

Hartig R., Untersuchungen über Blitzschläge in Waldbäumen. M. 82 Fig. S.-A. aus der Forstlich-naturwissenschaftl. Zeitschrift 1897, 3. Heft.

— — Ueber den Einfluss der Erziehung auf die Beschaffenheit des Holzes der Waldbäume. S.-A. aus der Schweiz. Zeitschrift für Forstwesen, Heft 3, 1897.

— — Waldbeschädigung durch ein Eisenwerk. Mit 1 Abb. S.-A. aus d. Forstl.-naturw. Zeitschrift 1897, 1. Heft. Ibid.

— — Ueber den Einfluss des Hütten- und Steinkohlenrauches auf den Zuwachs der Nadelhölzer. M. 2 Abb. 1897. Ibid. 2. Heft.

Heinricher E., Ueber Rückschlagbildungen im Pflanzenreiche und Versuche betreffend ihre Vererbbarkeit. S.-A. aus den Berichten des naturwissensch.-medicinischen Vereins in Innsbruck, 1896.

— — Ueber die Widerstandsfähigkeit der Adventivknospen von Cystopteris bulbifera (L.) Bernhardi gegen das Austrocknen.

Hochreutiner G., Notice sur la répartition des phanérogames dans le Rhone et dans le Port de Genève. M. 1 Taf. Extr. du Bulletin de l'Herbier Bossier, Tome V Nr. 1 1897.

Huie Lily, Changes of the Cell-organs of Drosera rotundifolia, produced by Feeding with Eggalbumen. M. 2 Taf. Reprinted from the quarterly journal of microscopical science.

Hesselman H., Ueber die Ausbildung von Bulbillenblättern als Florale Blätter bei Lilium Bulbiferum L. M. 1 Taf. (Schwedisch.) S.-A.: „Acta Horti Bergiani", Bd. 3 Nr. 1a. 1897.

Jack J. B., Ernst Stizenberger. S.-A. aus den Berichten der Deutschen bot. Ges. 1896, Bd. XIV.

Janczewski E., Ueber Getreide-Ustilagineen in Samogitien. S.-A. aus der Zeitschrift für Pflanzenkrankheiten, IV. Bd. 1. Heft 1896.

Jeffrey E. C., The Gamethophyte of Botrychium Virginianum. S.-A. Proceedings of the Canadian Institute 1896

Jenman G. S., The savannahs of Guiana. Reprinted by the Governement of the Argosy of Januar 21st. 1897.

— — Minor agricultural industries of British-Guiana. Reprinted from the Demerara Argosy. 1897.

Ikeno S., Vorläufige Mittheilung über die Spermatozoiden bei Cycas revoluta. S.-A. aus: Bot. Centralblatt Jahrg. XVIII Bd. XLIX Nr. 1 1897.

Jost L., Ueber das Samenansetzen an abgeschnittenen Blüthenstengeln sonst steriler Pflanzen. Bot. Zeit. 1897.

— — Ueber die periodischen Bewegungen der Blätter von Mimosa pudica im dunklen Raume. Bot. Zeitung 1897, Heft II.

Johow F., Estudios sobre la flora de las Islas de Juan Fernandez. M. 18 Taf. u. 1 Karte. Aespensas del Gobierno de Chile. 1896.

Knuth P., Blumen und Insekten auf Helgoland. M. 1 Karte. 1896. S.-A. aus: „Botanisch. Jaarboek uitgegeven door het Kruidkundig Genootschap Dodonaea" te Gent.

— — Flora der Insel Helgoland. Kiel 1896. Lipsius u. Fischer.

Kohl G., Die animilatorische Energie der blauen u. violetten Strahlen des Spektrums. S.-A. aus den Berichten d. Deutsch. bot. Ges. 1897, Bd. XV, Heft 2.

— — Zur Mechanik der Spaltöffnungsbewegung. Beiblatt der Leopoldina. 1895.

Kolkwitz K., Ein Experiment mit Mooskapseln zur Prüfung der Bütschli'schen Schrumpfungstheorie. M. 2 Holzschn. 1897. S.-A. aus den Berichten der Deutschen bot. Ges. Bd. XV.

— — Ueber die Krümmungen der Oscillariaceen. M. 1 Taf. Ibid. Bd. XIV, 1896.

Kraemer H., Viola tricolor L. in morphologischer, anatomischer u. biologischer Beziehung. Marburg, Verlag von J. A. Koch. 1897.

Kuckuck P., Beiträge zur Kenntniss der Meeresalgen. M. 6 Taf. S.-A. aus: Wissenschaftliche Meeresuntersuchungen, herausgeg. von der Commission zur Untersuchung der deutschen Meere in Kiel u. d. biol. Anstalt auf Helgoland. Neue Folge, II. Bd. Heft I. 1897. Ibid.

Kuckuck P., Bemerkungen zur marinen Algenvegetation von Helgoland. II. M. 21 Fig. im Text. 1897.
Lemmermann E., Ueber schädliche Algenwucherungen in den Forellenteichen von Sandfort. 1897. S.-A. aus d. Orientirungsblättern für Teichwirthe und Fischzüchter.
— — Beitrag zur Algenflora von Schlesien. S.-A. aus d. Ab. d. naturw. Ver. z. Bremen 1897 Bd. XIV H. 2. M. 1 Taf.
Mac Dougal D. Pr., Relation of the growth of Foliage. Leaves and the chlorophyll function. Extracted from the Linnean Society's Journ-alBotany Vol. XXXI. M. 1 Doppeltaf.
Macmillan C., On the formation of circular muskeag in Tamarack shvamps. M. 3 Taf. Reprinted from the Bulletin of the Torrey Botanical Club. Vol. 23 Nr. 12 1896.
Matouschek Fr., Bryologisch-floristische Beiträge aus Böhmen. IV. S.-A. aus der Oesterr. bot. Zeitschrift 1897 Nr. 3.
Miyoshi M., Ueber das massenhafte Vorkommen von Eisenbacterien in den Thermen von Ikao. Reprinted from the Journal of the college of Science, imperial university, Tokyo. Vol. X Pt. II. 1897.
— — Studien über die Schwefelrasenbildung und die Schwefelbacterien der Thermen von Yumoto bei Nikko.
Möbius M., Uebersicht der Theorien über die Wasserbewegung in den Pflanzen. S.-A. aus dem Biologischen Centralblatt Bd. XVI Nr. 15 1896.
Möller A., Ueber die Bedeutung neuerer Pilzforschung für die Forstwirthschaft u. den forstlichen Unterricht. S.-A. aus der Zeitschrift für „Forst- u. Jagdwesen" 1897.
— — Vom immergrünen südbrasilischen Urwalde zum winterkahlen Laubwald der Alleghanie-Berge. Ibid.
Montemartini D. L., Contributo allo studio dell' anatomia del Frutto e del seme delle opunzie. S.-A.: „Istituto botanico della R. Universita di Pavia." 1 Taf. Ibid. Vol. II.
— — Un nuovo micromicete della vite. M. 1 Taf.
Mottier D. M., Beiträge zur Kenntniss der Kerntheilung in den Pollenmutterzellen einiger Dicotylen u. Monokotylen. M. 3 Taf. S.-A. aus den Jahrbüchern für wissenschaftliche Botanik, Bd. XXX, H. 2.
Mufard J., The agaves of the united States. M. 63 Taf. 1896. Reprinted from the seventh annual report of the Missouri Botanical Garden.
Müller O., Die Ortsbewegungen der Bacillariaceen. V. S.-A. aus den Berichten der Deutschen bot. Ges. 1897, Bd. XV, Heft 1.
Murray G., On the reproduction of some Marine Diatoms. M. 3 Taf. Reprinted from the proceedings of the royal society in Edinburgh. 1896.
Nawaschin S., Ueber die Sporenausschleuderung bei den Torfmoosen. M. 1 Taf. S.-A. aus „Flora od. Allg. Bot. Zeitung" 1897, 83. Bd. Heft 2.
Osterhout W. J. V., Ueber Entstehung der karyokinetischen Spindel bei Equisetum. M. 2 Taf. S.-A. aus den Jahrbüchern für wisensschaftliche Botanik. 1897.
Pospichal E., Flora des österreichischen Küstenlandes. 1. Band. Leipzig und Wien, Franz Deuticke. 1897.
Przesmycki A. M., Ueber die intra-vitale Färbung des Kerns und des Protoplasmas. S.-A. aus dem Biologischen Centralblatt Bd. XVII, Nr. 9 u. 10 1897.
Richards H. M., The respiration of wounded plants. With woodent 2 u. 3. Annals of Botany, Vol. X Nr. XI. 1896
— — The evolution of heat by wounded plants. M. 2 Holzschn. S.-A. of Annals of Botany, Vol. XI Nr. XLI. 1897.
Rosenvinge L. K., Det sydligste Grönlands Vegetation. Saertryk af „Meddelelser om Grönland" XV. 1897.
Rothert W., Ueber den Bau der Membran der pflanzlichen Gefässe. S.-A. aus dem Anzeiger der Akademie der Wissenschaften in Krakau, 1897.
Sauvageau C. A., Observations rélatives à la sexualité des Phéosporées. M. 12 Fig.
— — Sur les anthéridies du „Paonia atomaria". M. 1 Fig. Extrait du journal de Botanique. 1896—97.
Scott D. H., William, Crawford Williamson. S.-A. from the Obituary Notices of Proceedings of the Royal Society, Vol. 60. 1896.
— — On Cheirostrobus, a new type of fossil cone from the Calciferons sandstone. S.-A. from the proceedings of the royal society. 1896.

Schenck Fr., Kritische und experimentale Beiträge zur Lehre von der Protoplasmabewegung und Contraction. S.-A. aus dem Archiv für die ges. Physiologie Bd. 66. Bonn 1897.

Schostakowitsch W., Mucor proliferus n. s. Eine neue sibirische Mucorart. M. 1 Taf. S.-A. aus den Berichten der Deutschen bot. Ges. 1896, Bd. XIV.

Schröter C. u. Kirchner, Der „Bodensee-Forschungen" neunter Abschnitt: Die Vegetation des Bodensees. Mit 5, für diese Abtheilung m. 2 Taf. in Phototypie u. mehreren Abbildungen. S.-A. aus dem XXV. Heft der Schriften des Vereins für Geschichte des Bodensees und seiner Umgebung. 1896.

Schulze M., Nachträge zu „Die Orchicadeen Deutschlands, Deutsch-Oesterreichs u. der Schweiz." S.-A. aus: Mittheilungen des Thüringer Bot. Vereins. Neue Folge, Heft X. 1897.

Schumann K., Gesammtbeschreibung der Kakteen (Monogr. Cactacearum) mit einer kurzen Anweisung zur Pflege der Kakteen von K. Hirschet. 1. Lieferung 1897. Neudam, Verlag Neumann.

— u. E. Gilg, Das Pflanzenreich. Ein Handbuch für den Selbstunterricht sowie ein Nachschlagebuch für Gärtner, Land- u. Forstwirthe u. alle Pflanzenfreunde. M. 6 farb. Taf. u. 500 Abb. Verlag Neumann, Neudamm 1897.

Schwendener S., Die Gelenkpolster von Mimosa pudica. M. 1 Taf. S.-A. aus: Sitzungsberichte der kgl. preuss. Akademie der Wissenschaften zu Berlin. 1897.

Solms-Laubach H., Ueber die seinerzeit von Unger beschriebenen strukturbietenden Pflanzenreste des Unterculm von Saalfeld in Thüringen. M. 5 Taf. S.-A. aus den Abhandlungen der kgl. preuss. geologischen Landesanstalt; neue Folge, Heft 23. 1896.

Steinbrinck C., Der Zahnbesatz der Laubmooskapsel als Prüfstein für Bütschli's Schrumpfungstheorie. S.-A. aus d. Berichten der Deutschen bot. Ges. 1896 Bd. XIV Heft 10.

— — Zur Kritik von Bütschli's Anschauungen über die Schrumpfungs—Quellungsvorgänge in der pflanzlichen Zellhaut. S.-A. aus den Berichten der Deutschen bot Ges. 1897 Bd. XV Heft I. Ibid.

— — Der Oeffnungs- und Schleudermechanismus des Farnsporangiums.

Thaxter R., Contribution towerds a monograph of the Laboulbeniaceae. M. 26 Taf. S.-A.: Memoires oft he American Academy of arts and sciences. Vol. XII Nr. III. Cambridge 1896.

Trelease W., Juglandaceae of the united States. M. 25 Taf. 1896. Reprinted from the reventh annual report of the Missouri Botanical Garden.

— — Botanical opportunity. Botanical Society of America. 1896 (from the Botanical Gazette, Vol. XXII).

Ule E., Ueber Verlängerung der Achsengebilde des Blüthenstandes zur Verbreitung der Samen. M. 1 Holzschnitt. S.-A. aus den Berichten d. Deutschen bot. Ges. 1896 Bd. XIV Heft 8.

Warburg O., Die Muskatnuss, ihre Geschichte, Botanik, Cultur, Handel und Verwerthung, sowie ihre Verfälschungen und Surrogate. Zugleich ein Beitrag zur Culturgeschichte der Banda-Inseln. M. 3 Heliogravuren, 4 lithograph. Tafeln, 1 Karte und 12 Abbildungen. 1897.

Wettstein R. v., Die europäischen Arten der Gattung Gentiana aus der Section Endotricha Froel. und ihr entwickelungsgeschichtlicher Zusammenhang. M. 3 Karten u. 4 Taf. S.-A. aus dem LXIV. Bd. der Denkschriften der math.-naturwiss. Classe der Kaiserl. Academie der Wissenschaften. Wien 1896.

Wiesner J., Pflanzenphysiologische Mittheilungen aus Buitenzorg VI. Zur Physiologie von Taeniophyllum Zollingeri. M. 1 Taf. S.-A. aus den Sitzungsberichten der kaiserl. Academie der Wissenschaften in Wien, mathem.-naturwiss. Classe, Bd. CVI, Abth. I. 1897.

Wittrock V. B., A contribution to the history of the pansies having special reference to the origin. M. 70 Textbildern u. 1 Taf. Acta Horti Bergiani Bd. 2 Nr. 7 1896.

Zacharias E., On the Cells of the Cyanophyceae. British association for the advancement of science. 1896.

Zalewski A., Ueber M. Schoenett's „Resinocysten". M. 2 Fig. S.-A. aus: Botanisches Centralblatt, Bd. LXX 1897.


BOUND BY
HNM